Aménagement de l'érablière : guide de protection de la santé des arbres

David R. Houston, Douglas C. Allen et Denis Lachance

Région du Québec • Rapport d'information LAU-X-92F

Projet canado-américain d'étude du dépérissement de l'érable (NAMP)

Forêts Canada Forestry Canada

United States Department of Agriculture

CENTRE DE FORESTERIE DES LAURENTIDES

Le Centre de foresterie des Laurentides est un des six établissements régionaux et des deux instituts nationaux de Forêts Canada. Le Centre collabore avec divers organismes gouvernementaux, avec les intervenants de l'industrie forestière et avec les établissements d'enseignement dans le but de promouvoir, par des travaux de recherche et de développement, un aménagement et une utilisation plus rationnels des ressources forestières du Québec.

Au Québec, les activités de Forêts Canada portent sur la recherche dans les domaines des ressources forestières et de la protection des forêts, et sur le développement forestier. La plupart des travaux sont entrepris pour répondre aux besoins des divers organismes intéressés à l'aménagement forestier. Les résultats de ces travaux sont diffusés sous forme de rapports techniques et scientifiques ou autres publications, et de conférences.

LAURENTIAN FORESTRY CENTRE

The Laurentian Forestry Centre is one of six regional and two national establishments of Forestry Canada. The Centre cooperates with other government agencies, forest industry and educational institutions to promote through research and development the most efficient and rational management and use of Quebec's forests.

In Quebec, Forestry Canada's program consists of forest resources and protection research and forest development. Most research is undertaken in response to the needs of the various forest management agencies. The results of this research are distributed in the form of scientific and technical reports, other publications and conferences.

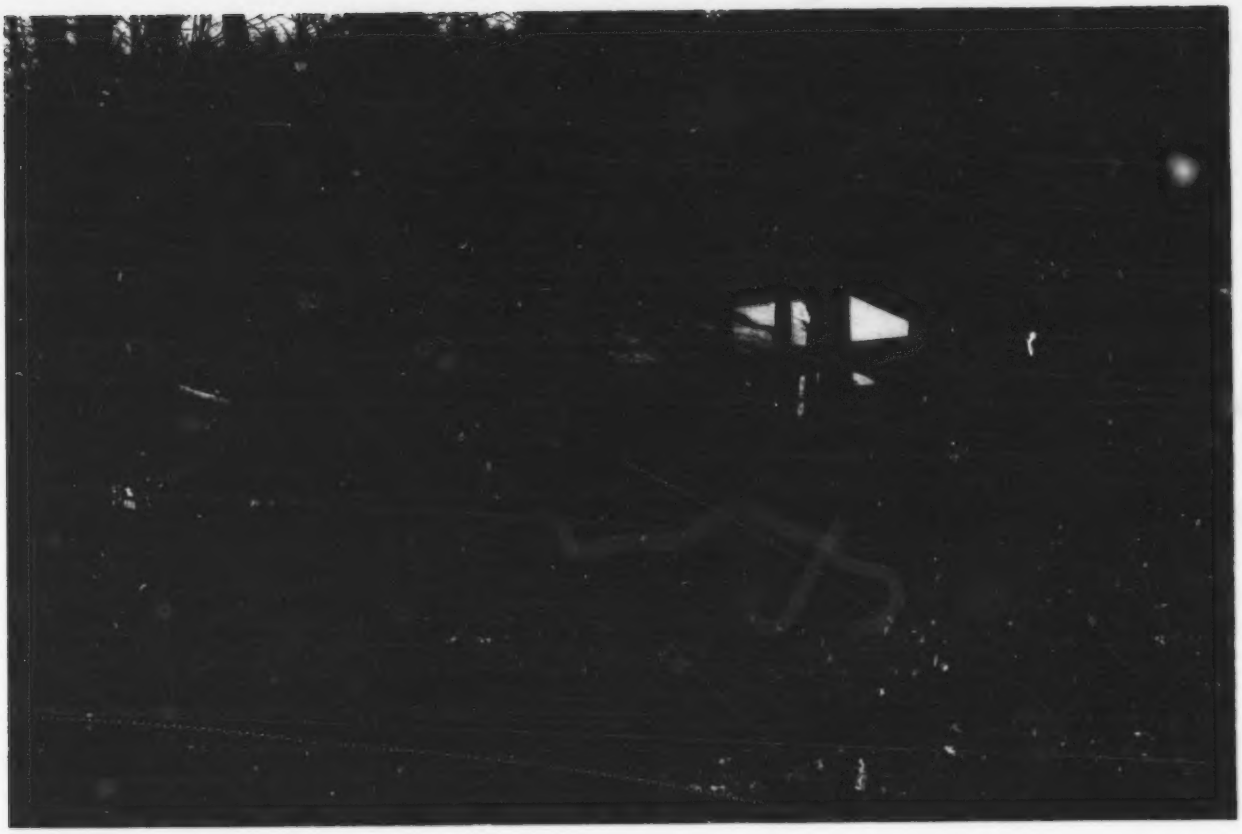
Les auteurs

Le Dr DAVID R. HOUSTON est phytopathologiste sénior et directeur de projet d'une équipe effectuant des recherches sur les problèmes de la mort en cime et du dépérissement des arbres. Il travaille au Center for Biological Control of Northeastern Forest Insects and Diseases, un laboratoire de la Northeastern Forest Experiment Station de l'USDA Forest Service situé à Hamden, Connecticut. Au cours des trente dernières années, les recherches du Dr Houston ont été centrées sur ces problèmes de mort en cime et de dépérissement des arbres résultant de l'effet de stress chez les feuillus, particulièrement chez le hêtre, l'érable et le chêne.

Le Dr DOUGLAS C. ALLEN est professeur d'entomologie forestière au State University College of Environmental Science and Forestry situé à Syracuse, New York. Au cours des deux dernières décennies, ses recherches ont porté principalement sur l'écologie des insectes des feuillus nordiques et plus précisément sur les ravageurs des érables à sucre.

Le Dr DENIS LACHANCE est pathologiste forestier à Forêts Canada, Région du Québec; il travaille au Centre de foresterie des Laurentides à Sainte-Foy, Québec. Il a effectué des recherches portant sur les chancres des feuillus et les pourridiés des arbres, avant de devenir chef de la Section des relevés des insectes et des maladies des arbres de la région du Québec, il y a dix ans. Il est également directeur de projet d'une équipe chargée d'étudier les effets des stress environnementaux sur la forêt et, plus précisément, le problème du dépérissement de l'érable à sucre.

Aménagement de l'érablière: Guide de protection de la santé des arbres



Rapport d'information LAU-X-92F
1990

Forêts Canada
Région du Québec

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 1
Structure et aménagement d'une érablière 2
Sélection du peuplement 2
Structure du peuplement 3
Développement du peuplement 5
Fertilisation 5
Entaillage 6
Perceuse mécanique 7
Système de récolte à tubulure 8
Système de récolte sous vide 8
Paraformaldéhyde 8
Entaillage d'arbres sous l'effet d'un stress 9
Perturbations abiotiques 10
Origine naturelle 10
Blessures 10
Stress climatiques 10
Dégâts causés par l'activité humaine 11
Blessures aux troncs et aux racines 11
Tassement du sol 12
Polluants atmosphériques 13
Perturbations biotiques 16
Insectes nuisibles 16
Rapports insectes-dégâts 16
Réactions à la défoliation 16
Habitudes alimentaires 17
Principaux défoliateurs printaniers 18
Principaux défoliateurs tardifs 20
Autres insectes défoliateurs 23
Recommandations concernant la lutte contre les défoliateurs 26
Autres insectes nuisibles 27
Insectes visibles de faible importance 32
Maladies 34
Maladies foliaires 34
Chancres et pourriture chancreuse 36
Carie du tronc et des racines 41
Maladies vasculaires 45
Dégâts causés par les animaux 47
Animaux sauvages 47
Animaux domestiques 49
Mort en cime et dépérissement: ensemble de maladies dues au stress 52
Conclusion 55
Remerciements 55
Ouvrages de référence choisis 56
Annexe
Test de la concentration en sucre de la sève 58
Insectes, maladies et agents pathogènes cités 58

Résumé

La croissance des érables à l'intérieur d'une érablière peut être affectée par de nombreux ravageurs et divers autres stress. Certains ravageurs sont capables de réduire sensiblement la quantité et la qualité de la sève tandis que d'autres, bien que leur présence soit manifeste, ne produisent pas d'effets négatifs importants. Les stress peuvent être provoqués par l'activité humaine et les phénomènes naturels. Pour conserver les arbres en bonne santé, il est donc important de savoir reconnaître les problèmes et de comprendre les facteurs qui favorisent leur manifestation, leur évolution et leur ampleur. Le présent rapport regroupe les informations les plus récentes concernant les agents biotiques et les facteurs abiotiques qui peuvent être à l'origine des problèmes que l'on connaît dans les érablières. Nous traitons entre autres des insectes, des maladies, des mauvaises techniques de gestion d'un peuplement forestier et des pratiques acéricoles à éviter. Nous décrivons également des moyens permettant de prévenir ou de réduire les effets néfastes de ces facteurs.

Abstract

Many pests and other stresses affect maple trees growing in a sugarbush. Some pests can markedly reduce sap quantity; others, although conspicuous, are not important. Stresses can result from activities by people and from natural phenomena. Recognizing problems and understanding the factors that contribute to their occurrence, development, and significance are necessary to maintain tree health. This report brings together current information on the living agents and nonliving factors that can cause problems in sugarbushes. Insects, diseases, improper forest stand management, and unwise sugaring practises are illustrated, and ways to prevent or reduce their effects are described.

MOTS CLÉS: Insectes, maladies, érable à sucre, *Acer saccharum*, pollution de l'air, entaillage, sirop d'érable, feuillus nordiques, dépérissement de l'érable, aménagement de l'érable à sucre.

INTRODUCTION

L'une des tâches les plus difficiles et souvent l'une des plus frustrantes d'un propriétaire d'érablière est de maintenir et de protéger la santé des érables. Les méthodes d'entaillage des arbres, d'extraction et de transport de la sève et de production du sirop sont relativement bien comprises. Toutefois, lorsque nous tentons de manipuler des systèmes biologiques tels qu'un peuplement d'érables à sucre ou encore une population d'insectes défoliateurs, les techniques à utiliser pour assurer la réussite de ces interventions sont moins évidentes et semblent exiger une savante combinaison de science, d'art et d'intuition.

Le maintien de la productivité d'une érablière dépend en grande partie du type de gestion forestière que l'on fait et des décisions qui en découlent. Les décisions concernant la convenance du site à la croissance de l'érable à sucre, le tracé et le mode de construction des chemins et des sentiers, le moment de procéder à l'éclaircie du peuplement et l'ampleur de cette éclaircie ainsi que l'opportunité de la lutte contre les ravageurs détermineront en fin de compte l'état de santé, la productivité et le rendement d'une exploitation acéricole.

Dans le présent rapport, nous présentons les informations les plus récentes sur la gestion acéricole, et nous faisons référence en particulier à tout ce qui a trait à la santé des arbres. Les acériculteurs qui s'en tiennent à ces lignes de conduite devraient laisser à leurs successeurs une ressource saine, productive et durable.

Une bonne gestion forestière exige un travail d'équipe. Elle implique d'abord les chercheurs qui essaient par leurs travaux de toujours mieux comprendre les érablières en tant que systèmes biologiques. Viennent ensuite les forestiers et les spécialistes en vulgarisation qui diffusent les résultats de ces études et de ces recherches. Mais finalement ce sont les propriétaires d'érablières et les acériculteurs qui doivent prendre la responsabilité de mettre en pratique les méthodes de travail qu'ils jugent les plus appropriées.

Tout au long de ce guide, nous mettons l'accent sur les concepts véhiculés dans un «système de lutte intégrée». Nous avons élargi ce concept de manière à inclure les effets des stress causés par l'activité humaine et les facteurs abiotiques extrêmes. Ce système vise avant tout à s'attaquer, d'une manière valable tant d'un point de vue écologique que d'un point de vue social, aux problèmes causés par les ravageurs. On y perçoit les insectes et les maladies comme étant des composantes naturelles de la forêt et on reconnaît qu'une lutte intégrée contre les ravageurs, lutte à la fois rentable et écologique, doit être fondée sur une connaissance des ravageurs de la forêt et des interactions de ceux-ci.

La lutte intégrée se définit d'abord comme un «processus décisionnel» basé sur la compréhension du système forêt-ravageurs. Ce processus offre aux acériculteurs un ensemble d'«instruments» (informations, actions et autres) qui leur permettent de répondre à certaines questions qui influenceront les décisions de gestion qui accompagnent chaque problème. Ces instruments sont fournis par des spécialistes en gestion forestière et en lutte intégrée contre les ravageurs. Par exemple:

Question: Est-ce qu'un certain insecte défoliateur peut réduire sensiblement la quantité de sève produite dans une érablière?

Instrument: Une description des effets antérieurs produits par cet insecte sur des sites et des peuplements semblables.

Question: Quel est l'état actuel de la population de cet insecte défoliateur?

Instrument: Un relevé de la population de l'insecte et un suivi de la situation.

Question: Si des dégâts importants semblent probables, comment lutter contre cet insecte?

Instrument: Des insecticides biologiques ou chimiques.

Question: Que faut-il faire?

Instrument: Prendre connaissance des informations concernant chacun des insecticides et baser ses décisions sur la probabilité de contrôle de l'insecte, les effets secondaires éventuels, les pressions sociales locales, etc.

Question: Le traitement a-t-il été efficace?

Instrument: Vérifier l'ampleur de la défoliation et effectuer un relevé de la population d'insectes qui restent.

Il importe de souligner que la protection doit faire partie intégrante de la gestion acéricole et que le responsable doit prendre les décisions qui s'imposent. L'approche du système de lutte intégrée doit permettre d'examiner les problèmes engendrés par l'activité humaine à l'intérieur de l'érablière tout autant que ceux causés par les insectes, les maladies et les animaux. Dans une érablière, le système de lutte intégrée doit servir à éviter ou à diminuer les problèmes qui risquent de nuire à la santé et au bien-être des érables. Le programme se doit d'être adapté aux conditions, aux exigences économiques et aux objectifs de gestion qui sont particuliers à chacune des érablières.

Afin de prévoir et d'éviter les problèmes, l'acériculteur doit se familiariser avec les principaux ravageurs, les dommages que ceux-ci peuvent causer et les techniques de gestion qui permettent d'effectuer une lutte efficace. Il doit aussi connaître les conséquences de l'activité humaine dans l'érablière. L'activité humaine se produit plus fréquemment dans une érablière que dans toute autre forêt aménagée; c'est pour cette raison que le programme de gestion doit permettre de prévoir les problèmes engendrés par cette activité. Ainsi, dans le cadre du présent rapport, le système de lutte intégrée peut se concevoir comme une méthode intégrée de résolution des problèmes.

STRUCTURE ET AMÉNAGEMENT D'UNE ÉRABLIÈRE

La majorité des érablières en production ont été cédées de génération en génération ou louées à de nombreux exploitants durant plusieurs décennies. Le propriétaire ou l'acériculteur n'a pas vraiment d'autre choix que de travailler avec ce qu'il a à sa disposition et de gérer le peuplement de façon aussi efficace que possible. Cependant, il peut arriver que l'on ait à l'occasion à développer une érablière dans un nouveau site. Dans ce cas, le gestionnaire peut alors choisir soigneusement le site et diriger les travaux d'aménagement.

SÉLECTION DU PEUPLEMENT

Étant donné que la récolte de la sève représente une grande partie des coûts de production du sirop, il faut d'abord évaluer l'accessibilité au peuplement et la distance séparant celui-ci de la cabane à sucre. Trois caractéristiques importantes du site et du peuplement doivent aussi être considérées: l'exposition, la pente (degré d'inclinaison) et le type de sol.

L'exposition se réfère à la direction vers laquelle est orientée la pente de l'érablière. L'exposition peut affecter la croissance des arbres parce qu'elle influe sur la quantité de chaleur, de lumière et d'humidité à laquelle ceux-ci sont exposés. À leur tour, ces facteurs ont un effet sur la durée et la périodicité de la coulée de la sève. Dans la mesure où les conditions du sol sont favorables, les érablières devraient idéalement être établies sur des expositions est ou sud. Ces expositions sont un bon compromis entre des conditions de croissance convenables et une bonne production de sève. La pente optimale est fonction de considérations pratiques. Si le producteur désire installer un système de tubulure par gravité, la pente doit être assez prononcée. Même les systèmes sous vide sont plus efficaces sur une pente douce. Lorsqu'on utilise des seaux, il est préférable d'avoir un site relativement plat. L'exposition et la pente peuvent varier sensiblement, mais l'arbre poussera bien et restera vigoureux dans la mesure où le sol convient à l'essence et que les conditions d'humidité et de drainage sont favorables.

L'érable à sucre croît très bien dans des sols à texture relativement grossière qui sont humides, bien drainés et profonds (figures 1 et 2). La profondeur du sol correspond à l'épaisseur d'une couche de sol dans laquelle l'humidité et l'aération favorisent la croissance des racines. La pierrosité

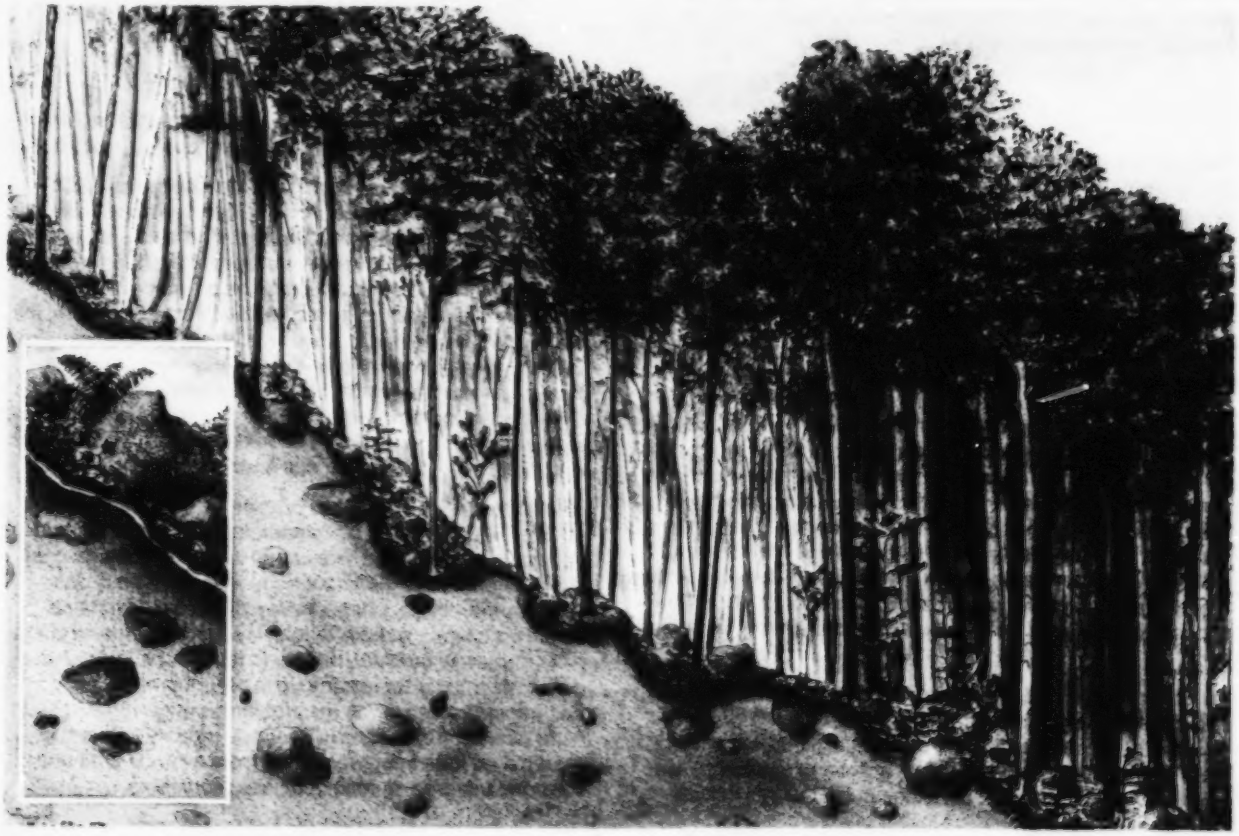


Figure 1 – Dans le New Hampshire, l'érable à sucre croît bien sur des bons tills.

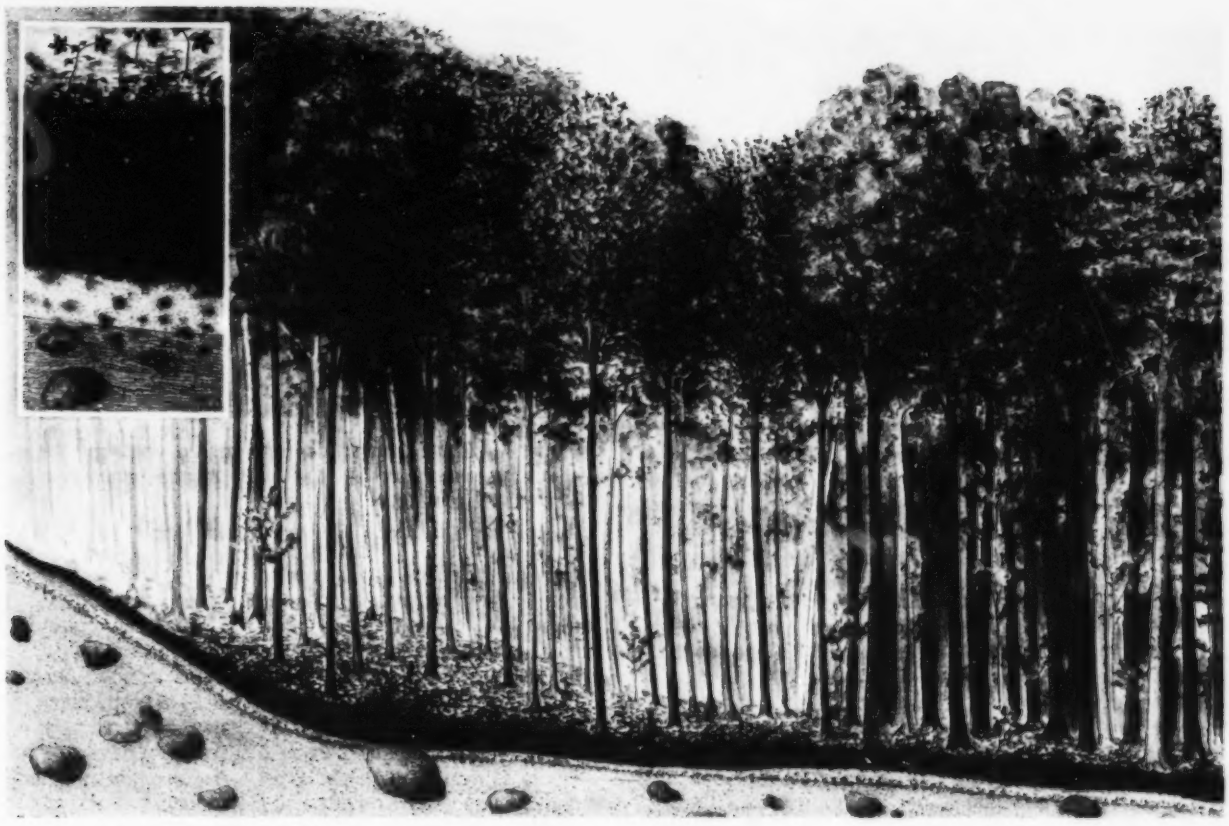


Figure 2 – L'érable à sucre croît bien aussi dans des stations au sol enrichi.

n'a que peu ou pas d'effet, le cas échéant, sur la croissance de l'érable lorsque le sol convient à la croissance des racines.

L'érable à sucre se régénérera et poussera dans des sites dont les conditions ne sont pas optimales. Par exemple, de nombreux peuplements d'érables presque purs poussent dans des basses terres froides et humides. Dans ces sites, la régénération naturelle de l'érable rouge, du frêne, du tilleul ou même du sapin baumier indique clairement que l'érable à sucre a sans cesse été favorisé relativement à ces essences par l'aménagement forestier qui y a été pratiqué. Ce type de gestion crée une situation instable étant donné que l'érable à sucre ne vit pas longtemps et n'est pas vigoureux dans des sols humides ou trop secs, et est extrêmement sensible aux stress biotique et abiotique dans ces conditions. L'érable à sucre peut être favorisé sur des sites non typiques mais non pas au point d'éliminer toutes les essences compagnes qui jouent un rôle d'éléments stabilisateurs dans ces écosystèmes et qui peuvent même réduire les dommages subis par les érables se développant dans ces conditions défavorables. Dans les sites favorables à l'érable à sucre, sur une pente moyenne par exemple, l'élimination des essences compagnes est acceptable. Dans tous les cas, il ne faut pas enlever prématurément ces essences compagnes car cela risquerait de créer de grandes ouvertures qui favoriseraient une végétation indésirable ou entraîneraient une trop grande sécheresse du sol.

STRUCTURE DU PEUPLEMENT

La structure de l'érablière correspond au nombre, au type et à l'âge des arbres existant à divers stades de son évolution. Étant donné que la gestion acéricole vise à assurer la meilleure production possible d'une sève riche en sucre sur une surface déterminée, l'objectif pourrait consister à avoir, dans le site, un nombre optimal d'érables à sucre en mesure de fournir d'importantes quantités de sève sucrée.

Il est important de connaître quels arbres produiront les plus grandes quantités de sève riche en sucre. Les bons arbres sont vigoureux et ont une croissance rapide. Ils ont une grande cime bien exposée à la lumière solaire. Les arbres qui croissent de 2,5 cm (1 po) en diamètre tous les deux à cinq ans peuvent donner jusqu'à 30 pour cent plus de sève que ceux qui s'accroissent des mêmes dimensions mais à l'intérieur d'une période de sept à dix ans. Si on compare deux arbres ayant un fût de diamètre identique, celui dont le diamètre de la cime serait 50 pour cent plus grand produira deux fois plus de sève. Les arbres dont la cime est plus longue, proportionnellement à la hauteur, produisent également plus de sève que les autres. En d'autres termes, les arbres ayant une grande cime peuvent produire et accumuler de plus grandes réserves d'énergie alimentaire durant la période estivale. Ce sont ces réserves

Figure 3 – Réfractomètre à la position ouverte, servant à mesurer la concentration en sucre de la sève.

d'énergie qui fournissent ensuite le sucre au cours du printemps suivant.

Les arbres dont la sève est la plus sucrée produisent généralement de plus grandes quantités de sève. La teneur en sucre de la sève d'érable varie de 0,5 à 8,0 pour cent, mais elle s'établit normalement entre 1,5 et 4,0 pour cent. Cette teneur en sucre est d'abord contrôlée génétiquement. Elle varie sensiblement d'heure en heure, de jour en jour et tout au long de la saison. Toutefois, les arbres qui sont, lors d'une évaluation, jugés plus «sucrés» que les arbres environnants, auront toujours une sève plus sucrée. La teneur en sucre de la sève est un facteur qui doit donc être considéré dans la sélection des arbres étant donné qu'elle aura un effet important et durable sur la productivité et la rentabilité de l'érablière. La meilleure façon d'évaluer la teneur en sucre est de la mesurer au printemps à l'aide d'un réfractomètre (figure 3). Nous expliquons, à la fin du document (annexe), l'utilisation relativement simple de cet instrument de mesure.

La quantité de lumière solaire à laquelle est directement exposée la cime influe également sur la teneur en sucre de la sève. La sève des arbres isolés a une teneur en sucre supérieure à celle des arbres de taille comparable situés dans une forêt dense. La gestion acéricole doit donc être axée sur la sélection des arbres qui produisent la sève la plus sucrée et sur le développement de la cime de ces arbres à l'aide d'éclaircies du peuplement soigneusement effectuées.

Un axiome en écologie nous dit que l'équilibre d'une communauté forestière est en quelque sorte favorisé par la diversité. Les peuplements, selon qu'ils jouissent d'une forte ou d'une faible diversité d'essences, sont touchés différemment par les facteurs climatiques extrêmes ou les agents biotiques. Vraisemblablement, cela provient des divers degrés de vulnérabilité des essences d'arbres à ces facteurs.

L'érablière composée seulement d'érables à sucre défie cet axiome. La monoculture d'érables a pour avantage de faciliter et de rentabiliser l'exploitation acéricole. Toutefois, le peuplement composé d'une seule essence d'arbres et,

Figure 4 – Des brise-vent de conifères peuvent modifier les environnements hostiles et améliorer la croissance des arbres et la production de sève.

dans plusieurs cas, les étapes nécessaires à sa création peuvent engendrer des problèmes. On pourrait noter par exemple: 1) la multiplication rapide de défoliateurs qui sont propres à l'érable à sucre ou dont le développement est favorisé par la présence de cette essence; 2) une vulnérabilité accrue aux maladies vasculaires; 3) la propagation rapide de souches d'agents pathogènes racinaires particulièrement adaptées à l'érable à sucre; et 4) des changements défavorables graduels (peut-être un débalancement) dans la disponibilité de certains éléments nutritifs du site. Comme nous l'avons mentionné plus haut, les monocultures d'érables à sucre sur des sites peu fertiles sont, dans plusieurs cas, davantage touchées par ces ou d'autres problèmes que les érablières établies sur des sites convenables. Les acériculteurs ont bien entendu tendance à favoriser les monocultures pour des raisons économiques. Étant donné que cette pratique risque d'accroître l'émergence de divers problèmes touchant les érables, il est important de surveiller, plus fréquemment et plus soigneusement que dans d'autres forêts, l'état du peuplement et l'activité des ravageurs.

En règle générale, on peut lutter directement contre les insectes défoliateurs en utilisant des insecticides. Les maladies vasculaires quant à elles peuvent être contrôlées indirectement en prévenant les blessures qui peuvent favoriser l'apparition d'infections. La prévention des dégâts causés par les champignons de pourridié se fait plus difficilement. On peut y parvenir en conservant une certaine vigueur aux arbres (en évitant le stress) et en réduisant le nombre de grosses souches qui abritent et qui procurent de l'énergie aux champignons racinaires.

Il peut s'avérer important de protéger les érablières exposées au vent pour obtenir une bonne production de sève, d'abord pour assurer une croissance convenable durant l'été, puis pour permettre un réchauffement diurne rapide au cours de la saison de l'entaillage. L'effet défavorable de refroidissement et de sécheresse des vents au printemps peut être réduit au moyen d'un brise-vent formé d'arbres et mesurant au moins 8 m (25 pi) de profondeur du côté de l'érablière faisant face aux vents prédominants. À cette fin,

on devrait favoriser la pousse naturelle de conifères comme le sapin baumier ou l'épinette (figure 4) ou même planter ces essences si nécessaire. Dans la mesure du possible, on devrait prévoir un brise-vent de conifères indépendant (plantation) le long de l'érablière existante.

DÉVELOPPEMENT DU PEUPLEMENT

L'aménagement d'une érablière a pour but d'assurer la présence d'un nombre suffisant d'érables à sucre bien espacés, productifs et de bonne qualité. Idéalement, les arbres du peuplement final doivent être choisis aussitôt que possible de façon à assurer une grande souplesse dans la sélection des arbres. Indépendamment du stade de développement du peuplement (gaulis, perchis ou arbre adulte), il est recommandé de s'en tenir aux étapes qui suivent au moment d'aménager une érablière:

1. Choisir l'emplacement des arbres potentiel du peuplement final avec un espacement de 7,5 à 9,0 m (25 à 30 pi) dans toutes les directions. On obtiendra ainsi une densité relative d'environ 158 tiges à l'hectare (64/acre) lorsque les arbres mesureront environ 30 cm (12 po) de diamètre à 1,4 m (4,5 pi) ou à hauteur de poitrine (d.h.p.);

2. Déterminer quels sont les érables les plus hauts et ayant la cime la plus large et la plus longue à chaque emplacement. Parmi ces candidats, choisir celui dont la tige et la cime comportent le moins grand nombre de blessures, de difformités ou de chancres;

3. Au printemps, mesurer la teneur en sucre de la sève de l'arbre choisi et la comparer à celle des autres candidats du même emplacement (voir annexe). Si la sève est aussi sucrée ou plus sucrée que celle des autres candidats, cet arbre fera partie du peuplement final. Si la teneur en sucre de sa sève est sensiblement inférieure (1 pour cent ou plus), il est conseillé de choisir un autre arbre (en suivant le processus des étapes 2 et 3) parmi les autres candidats;

4. Dégager, s'il y a lieu, l'arbre choisi en coupant tous les arbres environnant dont les branches touchent à sa cime. Cette coupe peut s'effectuer en plusieurs étapes particulièrement si, en enlevant tous les arbres concurrents, on risque de créer indûment de grandes ouvertures. Il faut également prendre les précautions nécessaires pour que l'enlèvement de d'autres arbres non concurrents ne crée pas non plus de trop grandes ouvertures;

5. Reprendre les coupes de dégagement lorsque les branches des arbres environnants touchent à nouveau à la cime des arbres choisis. Après un certain temps, il ne restera plus que les arbres choisis du peuplement final. Une fois qu'on a atteint ce stade, on ne doit plus effectuer d'éclaircie. Prévoir l'espace nécessaire au développement graduel de la cime permet d'obtenir une production maximale de sève riche en sucre tout en perturbant le moins possible le site;

6. Contrôler tous les ans l'état des arbres du peuplement final. N'enlever que les arbres malades, très endommagés ou morts. L'élimination de ces arbres permet de réduire les sources d'infection et de prévenir les dommages incontrôlés causés à la tubulure d'érablière en place, laisse à la cime des arbres que l'on conserve la possibilité de se développer et favorise la régénération.

Si un grand nombre d'arbres endommagés ou morts devait obliger l'acériculteur à régénérer l'érablière, il lui faudrait alors demander conseil à un forestier professionnel.

FERTILISATION

Un grand nombre d'acériculteurs se posent la question suivante: la fertilisation peut-elle accroître le taux de croissance et améliorer la santé des arbres de l'érablière? Les érablières semblent être des peuplements forestiers qui se prêtent bien à la fertilisation étant donné qu'elles ne s'étendent généralement pas sur de vastes superficies, qu'elles sont facilement accessibles et qu'elles assurent un revenu annuel.

Les arbres ont besoin des éléments essentiels comme l'azote, le phosphore, le soufre, le calcium, le potassium et le magnésium, et aussi de plusieurs oligo-éléments. Lorsque tous ces éléments se retrouvent en grande quantité dans le sol, la croissance (vigueur) sera à son maximum. Mais là où il y a une déficience (ou un excès), même d'un seul élément essentiel, la croissance et la vigueur des arbres peuvent être diminuées.

La fertilisation constitue un des moyens de corriger un déséquilibre en éléments nutritifs. En pratique toutefois, la fertilisation d'une érablière comporte des risques, et les résultats des diverses expériences en ce domaine sont mitigés. Les effets négatifs proviennent habituellement de l'utilisation d'un engrais inapproprié ou d'une mauvaise combinaison d'éléments ce qui a pour effet d'aggraver le déséquilibre déjà existant dans les éléments nutritifs.

On ne doit songer à la fertilisation que dans le cas d'une croissance faible ou d'un manque de vigueur et, de toute façon, on ne doit y recourir qu'en dernier ressort. Il ne faut, en aucune circonstance, entreprendre un programme de fertilisation sans avoir d'abord procédé à une analyse foliaire et/ou à une analyse de sol. Les symptômes foliaires peuvent révéler l'existence de déficiences mais on ne peut pas toujours s'y fier. En outre, il est impossible de déterminer, à partir du symptôme, la gravité de la déficience et la quantité d'éléments nutritifs exigée pour y remédier. De plus, étant donné que la teneur en éléments nutritifs du feuillage varie au cours de la saison de croissance et, dans le cas de certains éléments, selon la position dans la cime de l'arbre, il faut utiliser une méthode d'échantillonnage précise. En règle générale, pour déterminer le statut nutritif d'un peuplement, il suffit de prélever environ 50 feuilles de cinq à dix arbres au milieu de l'été, à une hauteur donnée de la cime. On doit consulter un spécialiste avant d'effectuer l'échantillonnage afin de connaître les exigences particulières de cette technique de prélèvement.

Figure 5 – Les entailles deviennent invisibles lorsque l'arbre les a cicatrisées et qu'il poursuit sa croissance. Les arbres en bonne santé peuvent rapidement «cloisonner» ces blessures et empêcher ainsi la coloration et la carie de se propager considérablement.

De récentes analyses ont révélé des déficiences dans les éléments nutritifs foliaires de certains arbres souffrant de la maladie appelée «dépérissement de l'érable» et des études de fertilisation visant à établir un rapport entre ces déficiences et le dépérissement sont en cours.

On a maintes fois imputé le dépérissement de l'érable à un accroissement du taux d'acidité du sol. On a alors suggéré de chauler le sol pour remédier à la situation mais le chaulage n'a jamais été un traitement définitif au manque de vitalité d'un peuplement. Une trop grande quantité de chaux risque de réduire la disponibilité de certains éléments nutritifs et d'inhiber les mycorhizes, ces champignons qui vivent en étroite association avec les racines des arbres et qui améliorent la capacité des arbres à absorber les éléments nutritifs. En règle générale, les conséquences de la fertilisation des érablières sont pour le moins incertaines et même risquées si on ne procède pas d'abord aux analyses chimiques appropriées du sol et du feuillage.

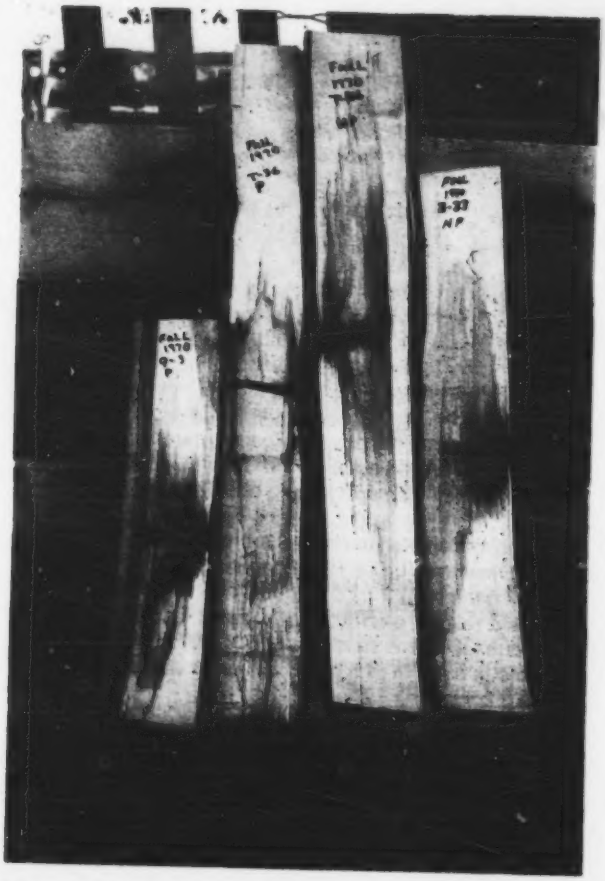


Figure 6 – Vue en coupe radiale. La coloration du bois s'étend manifestement au-dessus et au-dessous de l'entaille. Les entailles dans les coupes indiquées d'un «P» ont été traitées à la paraformaldéhyde.

ENTAILLAGE

Les arbres peuvent être entaillés tous les ans durant plusieurs décennies si l'entaillage est bien fait. Un mauvais entaillage peut par contre gravement endommager les arbres et réduire les futures récoltes de sève. On se préoccupe beaucoup désormais des conséquences de l'entaillage sur la santé des arbres, surtout chez les nouveaux producteurs ou lorsqu'on utilise de nouvelles techniques d'entaillage. Certaines de ces «nouvelles» techniques qui préoccupent davantage comprennent l'utilisation de perceuses mécaniques, de systèmes de tubulure par gravité ou sous vide, et de pastilles de paraformaldéhyde pour désinfecter les entailles.

Pour l'arbre, une blessure est importante et les entailles peuvent effectivement être considérées comme des blessures. C'est le bris des cellules qui transportent la sève dans le bois externe par l'intermédiaire du foret (mèche) de la perceuse qui crée l'hémorragie que nous appelons le débit de sève. Habituellement, l'arbre «vit bien» avec ses entailles et les dégâts internes sont minimes (figures 5 et 6). Dans les arbres vigoureux, la décoloration du bois se limite à une colonne mesurant environ 1,25 cm (0,5 po) de

Figure 7 – Un entaillage abusif de l'arbre réduit sensiblement l'espace disponible pour entailler.

Figure 8 – Lorsque des entailles percent les colonnes de carie, celle-ci peut se propager autour de ces nouvelles entailles.

profondeur et pouvant atteindre 46 cm (18 po) ou plus de longueur au-dessus et au-dessous de l'entaille. Les entailles pratiquées dans des arbres vigoureux se referment normalement après une période de deux à trois ans. Cependant, les entailles sont quelquefois la source de graves problèmes internes qui aboutissent à la propagation de la décoloration et de la carie (figure 7). Les dégâts externes peuvent également entraîner la mort du cambium (une mince couche de cellules située entre l'écorce et le bois à l'endroit où la croissance en diamètre de l'arbre se produit) autour de l'entaille.

De toute évidence, il faut faire des blessures au tronc des érables pour obtenir la sève, mais logiquement, ces blessures doivent être faites de manière à ne pas neutraliser le système de défense naturel de l'arbre. Lorsque les arbres sont blessés, ils réagissent. Les cellules vivantes du bois se modifient de façon à protéger l'arbre. Des substances chimiques sont alors produites, limitant ainsi l'infiltration d'air et de micro-organismes qui sont la cause de maladies. Ces changements, de concert avec les transformations que subit la composition des nouvelles cellules produites par le cambium après une blessure, créent des barrières qui cloisonnent ou «emmurent» efficacement la zone blessée des arbres en santé (figure 5). Plus cette réaction est rapide, plus la blessure deviendra rapidement impropre à une infection importante de champignons causant de la décoloration et de la carie. Même dans le cas où le cloisonnement a lieu, des zones de décoloration peuvent apparaître dans les tissus au-dessus et au-dessous des entailles (figure 6). L'érable à suc) cloisonne facilement ses blessures mais un entaillage impropre ou abusif peut détruire les mécanismes de défense et provoquer la carie.

Perceuse mécanique

La vie des acériculteurs a été grandement facilitée depuis que la perceuse mécanique portative alimentée au combustible ou la perceuse électrique est utilisée pour faire des entailles dans les arbres. La grande vitesse de la perceuse mécanique n'est pas plus dommageable à l'érable que le perçage à la main. Toutefois, l'entaillage étant ainsi plus facile, on a observé des entaillages abusifs (surentaillage) au cours des dernières années. Bien qu'un entaillage abusif n'enlève pas nécessairement une quantité excessive de sève, il cause tout de même davantage de blessures. Un trop grand nombre d'entailles réduit la surface non perturbée de l'arbre au point qu'il n'y ait plus suffisamment d'espace pour entailler (figure 7). Les entailles trop rapprochées les unes des autres forment des colonnes de décoloration qui se fusionnent à l'intérieur de l'arbre, créant ainsi de larges régions vulnérables à la carie (figure 8).

L'entaillage abusif est un concept relatif. Il signifie qu'un nombre trop élevé d'entailles a été pratiqué dans un arbre particulier ou dans une zone particulière du tronc. On doit donc prendre soin de distancer les entailles de telle sorte qu'aucun nouveau trou ne soit percé à moins de 15 cm (6 po) horizontalement ou de 60 cm (2 pi) verticalement de l'ancienne entaille ouverte la plus rapprochée. Les lignes de conduite régissant l'entaillage et plus précisément le nombre admissible d'entailles relativement au diamètre de l'arbre sont devenues au cours des dernières années beaucoup plus conservatrices. Selon des directives qui ont été publiées, les arbres mesurant moins de 25 cm (10 po) de diamètre ou 79 cm (31 po) de circonférence dans la zone d'entaillage ne doivent pas être entaillés. D'autres directives émises suggèrent de ne pas entailler un arbre s'il ne mesure pas 30 cm (12 po) de d.h.p. et de ne pas utiliser plus de deux entailles par arbre de 45 cm (18 po) ou plus de d.h.p. Nous appuyons cette recommandation. Il est sage d'être le plus conservateur possible: si les arbres ne sont pas sains ou vigoureux, si les vieilles entailles ne se referment pas rapidement ou si un arbre est endommagé, il faut diminuer le nombre d'entailles.

Le perçage mécanique peut aussi créer des entailles trop profondes. Bien qu'on recommande normalement des entailles de 7 à 8 cm (3 po) de profondeur, il est préférable de les pratiquer à une profondeur de 6 cm (2,5 po). Dans le

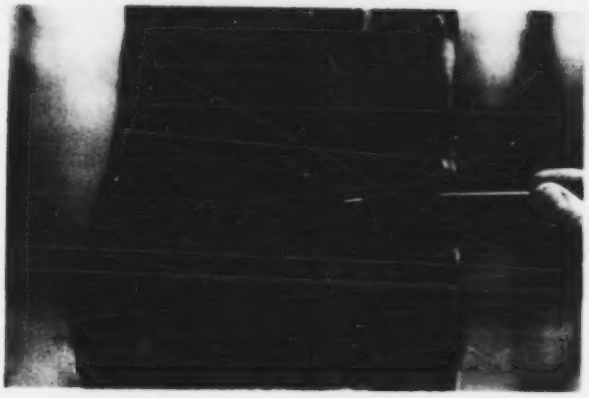


Figure 9 – L'écorce peut fendre au moment où l'on introduit un chalumeau dans une écorce et un aubier gelés ou si on rentre le chalumeau trop profondément dans un tissu qui n'est pas gelé. Une grande blessure provoque quelquefois le dessèchement du cambium le long du fendillement.

cas d'arbres qui ont été entaillés à maintes reprises ou qui sont blessés, les entailles de cette profondeur peuvent pénétrer du bois cloisonné, décoloré ou pourri. Il faut éviter de percer ces colonnes de décoloration parce que la carie risque alors de se propager rapidement dans les tissus entourant la nouvelle entaille (figure 8). Que les entailles soient percées à la machine ou à la main, et qu'elles soient munies d'un seau ou d'un système à tubulure, elles doivent être pratiquées au moyen d'un foret bien affûté et inclinées légèrement vers le haut. Des entailles bien faites assurent une excellente coulée et ne favorisent pas le développement d'un trop grand nombre de micro-organismes. Étant donné que les entailles inclinées vers le haut s'égouttent mieux que les autres, elles ne recueillent ni l'eau ni la sève qui gèleraient et fissureraient les tissus ou qui favoriseraient l'accumulation de bactéries, de levures ou de champignons. Il ne faut pas entailler un arbre dont l'écorce et le bois sont gelés. L'écorce gelée fendille facilement au moment où on pose les chalumeaux (figure 9). Même une écorce qui n'est pas gelée fendillera si on insère des chalumeaux trop profondément dans l'arbre.

Système de récolte à tubulure

On utilise de plus en plus les canalisations pour récolter la sève, surtout depuis que des améliorations ont été apportées à la durabilité et à l'utilité du matériel de la tubulure, à l'utilisation de systèmes de distribution installés en permanence et au recours au pompage sous vide dans les érablières établies sur un terrain plat ou peu accessible. Les systèmes à tubulure ont contribué de plusieurs façons à diminuer les dégâts mécaniques causés aux racines et à la partie inférieure des tiges des arbres situés le long des chemins de débardage étant donné que ce mode de transport de la sève nécessite moins de circulation en forêt que les autres systèmes. Toutefois, l'utilisation incorrecte de ces systèmes peut créer d'autres problèmes. Par exemple, lorsque les tubulures sont trop courtes, la surface accessible d'entaillage peut être restreinte. De courtes chutes peuvent obliger à entailler l'arbre excessivement sur une seule face. Les chutes doivent être suffisamment longues pour assurer une dénivellation de 45 cm (18 po) jusqu'au collecteur principal et pour permettre d'entailler en n'importe quel point à l'intérieur de la zone d'entaillage de l'arbre.

Système de récolte sous vide

Les systèmes de récolte sous vide se sont multipliés au cours des dernières années malgré le fait que les acériculteurs se demandent si cette technique ne soutire pas abusivement la réserve énergétique des arbres ou n'en endommage pas la structure cellulaire. Les expériences tentées jusqu'ici semblent démontrer que lorsqu'ils sont utilisés à bon escient, les systèmes de tubulure sous vide pompé ne sont pas dommageables. Ils permettent d'accroître la récolte de sève quelles que soient les conditions saisonnières. La coulée de sève commence plus tôt chaque jour et se termine plus tard lorsqu'on utilise ce système de pompage sous vide. Cette technique augmente ainsi sensiblement les récoltes de sève au cours des mauvaises saisons lorsque les conditions météorologiques sont peu favorables.

Le recours au pompage à vide peut donc contribuer à réduire les importantes variations du débit de sève d'une année à l'autre. Grâce à cette technique, la durée de vie de l'entaille est accrue comme elle l'est lorsque l'on utilise la paraformaldéhyde mais sans toutefois les effets nocifs attribués à ce produit chimique.

Paraformaldéhyde

Il arrive parfois que le débit de sève diminue ou que même la coulée des entailles cesse avant la fin de la saison, limitant ainsi la production. On soupçonne les micro-organismes d'être l'une des principales causes de cet arrêt prématuré parce qu'on peut facilement associer un nombre élevé de microbes aux faibles récoltes de sève.

On ne comprend pas encore complètement le mécanisme qui fait que les micro-organismes restreignent le débit de sève. Il existe plusieurs hypothèses qui tentent d'expliquer comment les levures, les bactéries ou les moisissures provoquent l'arrêt de l'écoulement de la sève. Elles vont du simple blocage physique des vaisseaux aux changements physiologiques des cellules vivantes de l'aubier. Quel que soit ce mécanisme, le fait que des micro-organismes soient en cause a amené les gens à tenter de les contrôler au moyen d'inhibiteurs de croissance ou d'agents de désinfection.

Plusieurs composés ont été utilisés. Étant donné le nombre élevé de micro-organismes différents qui sont présents, le produit devait avoir une activité antimicrobienne de type universel. De plus, il ne devait altérer ni la saveur ni la couleur du sirop produit et devait se volatiliser ou être détruit durant le processus d'évaporation de la sève. La paraformaldéhyde a été choisie comme le composé le plus prometteur à des fins d'utilisation commerciale. Les comprimés de

Figure 10 – La paraformaldéhyde peut blesser le cambium autour de l'entaille et provoquer du dessèchement. Elle peut aussi tuer l'aubier autour de l'entaille et favoriser la carie.

250 mg sont devenus le traitement de désinfection normalisé des entailles d'érables.

Des essais effectués durant une période de trois ans ont démontré que les entailles traitées à la paraformaldéhyde donnaient en moyenne 62 pour cent plus de sève que celles qui n'avaient pas été traitées. Les récoltes ont varié d'une année à l'autre mais elles ont été plus importantes durant les saisons chaudes alors que les conditions étaient des plus favorables à la croissance microbienne. Il n'est donc pas étonnant que l'utilisation de la paraformaldéhyde soit devenue une pratique acceptée ou recommandée; elle est d'ailleurs légalisée au Canada et dans la majorité des États américains. Malgré tout, il existe toujours la possibilité que l'utilisation continue de ce produit chimique (ou d'un autre) dans les entailles des érables puisse provoquer des effets secondaires nocifs. De nombreux acériculteurs ont commencé à croire que le dessèchement du cambium autour des entailles ou l'incapacité de certains arbres à refermer leurs entailles pouvaient être imputés à l'utilisation de la paraformaldéhyde (figure 10).

Deux études ont été réalisées dans le but de déterminer les effets à long terme de la paraformaldéhyde dans les entailles. La première portait sur des érables à sucre de six régions du Vermont. La seconde a été effectuée sur des érables à sucre du Vermont, de l'État de New York, du Michigan, du Maine et de la Pennsylvanie. Dans ces études, on comparait une entaille traitée avec 250 mg (un comprimé) de paraformaldéhyde à une entaille du même arbre qui n'avait pas été traitée. Certains des arbres étudiés ont été disséqués après une période de deux mois et d'autres ont subi le même sort à divers intervalles au cours des cinq années suivantes. On a relevé la longueur de la colonne colorée et du bois pourri, et l'identité des micro-organismes associés à chaque entaille. On a découvert une carie plus importante (fréquence plus élevée et colonne plus longue) dans le cas des entailles traitées à la paraformaldéhyde que dans le cas des entailles qui n'avaient pas été traitées (figure 6).

La paraformaldéhyde semble nuire au mécanisme de défense de l'arbre contre les blessures. Étant donné la rapidité avec laquelle le produit chimique tue les cellules du bois, les substances chimiques protectrices de l'érable qui combattent les champignons de la carie du bois peuvent ne pas avoir la possibilité de se former. De plus, la paraformaldéhyde accroît la vulnérabilité à la carie parce qu'elle retarde l'occlusion des vaisseaux et le cloisonnement de l'entaille.

Le débat sur l'opportunité de l'utilisation de la paraformaldéhyde se poursuit donc vigoureusement. Le fait que de nombreux acériculteurs disent n'avoir observé aucune blessure autour des entailles traitées laisse croire que d'autres facteurs pourraient influer sur la vulnérabilité des tissus de l'arbre aux produits chimiques. Notre position sur ce sujet demeure conservatrice. Nous recommandons de ne pas utiliser la paraformaldéhyde, dans la mesure du possible, jusqu'à ce qu'on connaisse les facteurs influant sur sa toxicité à l'égard des tissus de l'érable.

Entaillage d'arbres sous l'effet d'un stress

Il n'est pas avisé d'entailler des érables qui sont sous l'effet d'un stress. Les arbres défoliés à l'été précédent, particulièrement ceux dont la défoliation a été assez grave pour provoquer une nouvelle feuillaison, n'ont plus que des réserves d'énergie (amidons et sucres par exemple) appauvries au moment où ils entrent en période de dormance. Ces arbres ne parviennent pas à cloisonner intérieurement les blessures causées par les entailles, à produire un cal robuste (nouveau tissu ligneux) pour refermer les blessures à l'extérieur, ni à fabriquer les substances chimiques nécessaires pour contrecarrer les invasions répétées des organismes pouvant profiter de la situation. Bien qu'on jouisse de nombreuses informations pertinentes sur le rapport qui existe entre la défoliation causée par les insectes et l'appauvrissement énergétique, divers autres stress comme une sécheresse, un gel tardif au printemps et un bris par le vent contribuent également à diminuer la production ou à accroître la demande de réserve d'énergie d'un arbre. Il pourra arriver, à la suite d'une grave défoliation, que l'on note une baisse des réserves énergétiques pour une période de plusieurs années.

L'entaillage des arbres qui sont sous l'effet d'un stress est aussi mal avisé au plan économique. La sève des arbres défoliés a une faible teneur en sucre. Il faut prévoir une plus grande quantité de combustible et plus de temps que dans le cas d'un arbre en santé pour faire évaporer les très grandes quantités d'eau de cette sève. Le nombre de litres de sève nécessaire pour produire un litre de sirop peut être calculé en divisant le chiffre 86 par le pourcentage de sucre de la sève (se reporter à la «Règle du 86» de Jones, à la section des ouvrages de référence). Ainsi, il faut 43 litres de sève à 2 pour cent comparativement à 29 litres de sève à 3 pour cent pour obtenir un litre de sirop. Le rapport demeure le même lorsqu'on utilise le système impérial.

Les conséquences biologiques et économiques de l'entaillage des arbres qui sont sous l'effet d'un stress semblent justifier le report de l'entaillage à une saison ultérieure. La période d'attente avant de reprendre l'entaillage en toute sécurité et rentabilité dépend de la gravité des événements à l'origine du stress et du moment où ceux-ci se sont produits. Il faut également tenir compte de la vigueur générale et de l'âge des arbres. Bien qu'il n'existe pas de lignes directrices bien précises concernant la période d'attente, il semble raisonnable de considérer le niveau de réserve énergétique comme le facteur déterminant. Une évaluation de la réserve d'amidon à l'automne est un moyen fiable de déterminer si les arbres ont suffisamment bien récupéré pour être entaillés (les niveaux d'amidon devant être de modérés à élevés). On peut obtenir de plus amples informations à ce sujet dans les publications énumérées à la fin du présent rapport. Les stress peuvent être causés par des perturbations biotiques ou abiotiques ou par une combinaison des deux. Les facteurs de stress considérés comme étant les plus importants sont traités dans les sections qui suivent.

PERTURBATIONS ABIOTIQUES

ORIGINE NATURELLE

Blessures

Un nombre très faible d'érables à sucre parviennent à maturité sans subir de blessures mécaniques causées par des événements naturels ou par l'activité humaine. On ne peut ni prévoir ni éviter les graves dégâts qui sont provoqués par le vent, la neige humide ou le verglas (figures 11 et 12). Les dégâts dûs aux tempêtes de verglas peuvent apparaître des décennies plus tard sous la forme de cimes difformes, de tiges tordues ou de décoloration, et de carie internes. Certains dégâts pourraient toutefois être évités en établissant l'érablière dans un site approprié. Les érables poussant dans des peuplements situés sur des pentes ou des crêtes hautes et exposées, soumises à de fréquents vents et tempêtes de verglas, sont généralement d'une qualité médiocre. Ils ont de petites cimes qui, dans plusieurs cas, sont brisées et présentent de la carie interne.

Figure 11 – Les tempêtes de neige et de verglas intenses peuvent endommager gravement les érables à sucre.

Ces arbres produiront donc une moins grande quantité de sucre que ceux qui poussent dans des lieux mieux protégés.

Stress climatiques

L'érable à sucre a besoin d'une énorme quantité d'éléments nutritifs et d'un sol humide pour demeurer en santé. Il a toutefois une tolérance assez limitée aux rigueurs du climat. Des stress causés par la sécheresse (figure 13), la gelée et le gel en profondeur du sol peuvent l'affecter très durement. Dans les années cinquante, on a attribué des cas de mort en cime et de dépérissement dans l'État de New York à un important manque d'humidité du sol et à des attaques subséquentes d'organismes secondaires. Dans ce même État, plus récemment, la combinaison d'une défoliation par des

Figure 12 – Cimes difformes et tiges tordues, résultat des branches brisées par la neige ou le verglas. Les blessures aux branches sont des voies d'infection idéales pour les micro-organismes qui sont à l'origine de la coloration et de la carie.

Figure 13 – Symptômes de stress dû à la sécheresse sur un érable à sucre (photo: University of Wisconsin).

insectes et d'une grave sécheresse a provoqué une mortalité importante des arbres de plusieurs érablières.

En règle générale, les racines de l'érable à sucre dans les régions les plus septentrionales de son aire de distribution sont bien protégées contre le gel par une couverture de neige isolante. À l'occasion, toutefois, le manque de neige durant des périodes de très grands froids peut provoquer la mort d'un nombre inhabituel de racines. Le dépérissement et la mortalité subis par plusieurs essences d'arbres ont été imputés à ce genre d'endommagement des racines. De telles circonstances, d'une gravité tout à fait inusitée, ont été observées dans l'État de New York, dans certaines parties de la Nouvelle-Angleterre et au Québec à la fin des années soixante-dix et au début des années quatre-vingts, peu de temps avant un dépérissement et une mortalité de grande envergure. Le rôle qu'a pu jouer, le cas échéant, la perturbation ou le gel des racines dans la mort des arbres demeure toutefois inconnu.

Bien que l'érable à sucre parvenu à maturité ne soit normalement pas touché par les gels tardifs du printemps, les gaulis et les jeunes perchis qui ont tendance à feuiller plus tôt que les arbres plus vieux sont quelquefois lourdement endommagés (figure 14). Les nouvelles feuilles et pousses meurent, se rident et noircissent. Des rameaux peuvent même mourir tandis que l'on pourra observer l'apparition de nouvelles feuilles surtout sur les rejets de souches. Lorsqu'ils sont combinés à d'autres stress comme la défoliation par des insectes, les dégâts dûs au gel peuvent devenir un problème très sérieux.

Les fentes dues au gel (gelivures) (figure 15) n'ont généralement pas de graves conséquences pour l'érable à sucre. Toutefois, étant donné que plusieurs gelivures originent de blessures infligées aux racines, elles peuvent être courantes dans les érablières dont les arbres ont des racines endommagées. L'écorce et le bois au-dessus et au-dessous des entailles peuvent se fissurer (ou fendiller) lorsque des entailles sont pratiquées dans des tissus gelés.

Une trop grande chaleur peut également causer des dégâts. Il y a insolation lorsque l'écorce de l'arbre est soudainement exposée à la chaleur estivale et à la dessiccation alors que l'effet d'ombrage des arbres environnants est modifié. Durant l'été, l'insolation est un phénomène assez rare en forêt. L'hiver, par contre, l'insolation est plus fréquente et peut endommager gravement les érables. L'écorce et le cambium des faces de l'arbre exposées au sud et au sud-ouest peuvent mourir par l'alternance du gel et du dégel durant les périodes où les jours sont très ensoleillés et les nuits très froides (figure 16). Les jeunes arbres dont l'écorce est mince sont plus vulnérables que les arbres plus âgés. À la suite d'une éclaircie ou de travaux d'exploitation forestière, les arbres peuvent être brusquement exposés au soleil; il y a alors un risque d'insolation hivernale surtout si des conifères ombrageants ont été enlevés.

Figure 14 – Le feuillage jeune de l'érable est vulnérable aux gelées printanières tardives. Ces feuilles, mortes à la suite du gel, vont rapidement se rider et noircir.

DÉGÂTS CAUSÉS PAR L'ACTIVITÉ HUMAINE

Blessures aux troncs et aux racines

Les blessures infligées aux troncs et aux racines par la machinerie servant à la construction de chemins, au transport de la sève ou au débardage facilitent l'infiltration d'organismes pathogènes dans les arbres. La circulation est très intense dans une érablière, et si on ne porte pas une attention toute particulière au tracé et à l'utilisation des chemins de débardage, les arbres risquent d'être gravement endommagés (figure 17). Bien que l'utilisation de la tubulure ait matériellement diminué les dégâts causés aux

Figure 15 – Les fentes causées par le gel se referment mal et peuvent se transformer en un gros bourrelet cicatriciel.

Figure 16 – L'insolation survient l'hiver, lorsque l'écorce et le cambium du côté sud et sud-ouest des arbres exposés meurent durant des périodes de forte alternance de gel et de dégel.

racines et à la partie inférieure des arbres, il faut tout de même être soigneux lors de l'installation et de l'entretien de ce système et aussi lorsque l'on procède à diverses activités sylvicoles. Ces travaux ont surtout lieu à la fin du printemps ou au début de l'été au moment où les chemins sont mous et que le système racinaire est particulièrement vulnérable (figure 18).

Dans les érablières, les blessures aux arbres sont bien souvent faites délibérément. Les entailles sont les plus courantes; à l'occasion, on inflige des blessures en élaguant l'arbre pour enlever les branches mortes ou endommagées, pour faciliter la circulation dans l'érablière ou pour éviter d'endommager le système de tubulure de l'érablière. L'élagage doit, dans tous les cas, être fait de façon à éviter de blesser les principaux tissus du tronc (figures 19 et 20). Quelle que soit la blessure, il ne faut pas l'enduire de peinture ou d'un enduit protecteur. Des études ont démontré que les blessures qui n'avaient pas été traitées se referment plus facilement que celles qui l'avaient été et sont moins aptes à être infectées par des champignons de carie ou de décoloration.

Tassement du sol

Les activités qui ont pour effet de tasser le sol peuvent nuire à la santé des arbres et à la production de la sève. Le pacage du bétail pendant des périodes prolongées ou le déplacement de matériel lourd dans une érablière contribuent au tassement (compactage) du sol; les racines ont alors plus de difficultés à se procurer les éléments nutritifs et l'eau, ou à échanger l'oxygène et le gaz carbonique. Le degré auquel le tassement du sol entrave l'infiltration et l'aération du sol est lié à plusieurs facteurs. La texture du sol, la quantité et la profondeur d'humidité, l'épaisseur de la litière ainsi que le type, la taille et la fréquence d'utilisation du matériel lourd influent tous sur la manière dont les particules du sol se regroupent sous pression. La texture du sol influe sensiblement sur son tassement. Elle est déterminée à la fois par la teneur en matières organiques et par la grosseur et la forme des particules de sol. Les sols formés de particules dont la grosseur et la forme varient beaucoup sont plus vulnérables au tassement. Dans ces sols, les espaces d'air (macropores) sont facilement éliminés ce qui en réduit la perméabilité. En plus de l'obstacle que cela crée aux racines en pleine croissance, le nombre restreint de pores entrave l'échange des gaz et le déplacement de l'humidité et des éléments nutritifs. Une grande proportion de matières organiques tend à améliorer la structure du sol et à rendre celui-ci plus résistant au tassement.
Lorsqu'ils ne sont pas fréquemment perturbés, les sols à texture grossière, par exemple ceux à forte teneur en sable, récupèrent plus rapidement à la suite d'un tassement que les sols à texture fine, les argiles et les limons par exemple.

Figure 17 – Les arbres situés trop près des chemins de débardage peuvent être gravement endommagés par les billes de bois et le matériel lourd.

Figure 18 – L'utilisation d'équipement lourd, lorsque le sol de l'érablière est humide, peut causer de graves dégâts aux racines peu profondes des érables.

Polluants atmosphériques

Les polluants atmosphériques sont des facteurs de stress qui peuvent nuire à la santé globale des peuplements forestiers. Des polluants peuvent être présents à de faibles niveaux durant plusieurs heures ou plusieurs jours dans un peuplement sans que n'apparaisse un symptôme précis. Et même si des symptômes se manifestent, il peut être impossible de les imputer à un polluant en particulier. Les dégâts varieront d'une essence d'arbres à l'autre ou même parmi les individus d'une même essence; ils seront également influencés par l'état physiologique de l'arbre au moment de l'exposition.

Les polluants atmosphériques peuvent être dissouts par la pluie ou se manifester sous forme de gaz comme l'ozone, l'anhydride sulfureux et les fluorures. Nous ne savons pas à quel point les polluants atmosphériques endommagent les érablières et nous ne savons pas davantage comment éviter les dégâts qu'ils causent.

Ozone

Étant donné que l'érable est relativement tolérant et même résistant à l'ozone, il est peu vraisemblable qu'il y ait des dégâts visibles dans une érablière. L'ozone est sans doute le polluant atmosphérique le plus répandu. Il se forme au moment où des oxydes d'azote et des hydrocarbures volatiles réagissent avec l'oxygène dans l'atmosphère en présence de la lumière solaire. Les principales sources de ces deux substances chimiques sont les combustibles fossiles brûlés pour produire l'électricité ou pour alimenter les véhicules motorisés. On peut retrouver des niveaux élevés d'ozone relativement loin de la source d'émission. De faibles quantités d'ozone se forment naturellement pendant les orages électriques et par l'action de la lumière solaire sur l'oxygène dans la haute atmosphère.

La tacheture est le symptôme le plus courant sur des feuilles vulnérables exposées à des niveaux aigus (élevés et de courte durée) d'ozone. Cela est dû au développement d'un pigment foncé dans des cellules individuelles ou des groupes de cellules sur la face supérieure de la feuille. La pigmentation peut être rouge, brune, violette ou noire (figure 21). Elle est normalement répartie sur toute la feuille mais ne touche pas les nervures. La coloration du pigment est habituellement caractéristique à l'essence mais elle peut varier selon les conditions environnementales et physiologiques de la plante. Les symptômes sont plus intenses sur les feuilles directement exposées à la lumière solaire et peuvent ne pas apparaître sur les feuilles ombragées de la même plante. Ils peuvent même n'apparaître que sur la partie ensoleillée d'une feuille. Les feuilles sont le plus sensible à l'ozone au moment où elles atteignent leur pleine dimension.

Il peut quelquefois y avoir des mouchetures. Il s'agit en fait de points variant du blanc au beige et pouvant mesurer quelques millimètres de diamètre qui apparaissent normalement sur la face supérieure de la feuille.

Figure 19 – Un élagage bien fait, c'est-à-dire en coupant à l'extérieur des cercles concentriques de protection autour des branches, permet à l'arbre de refermer la blessure facilement.

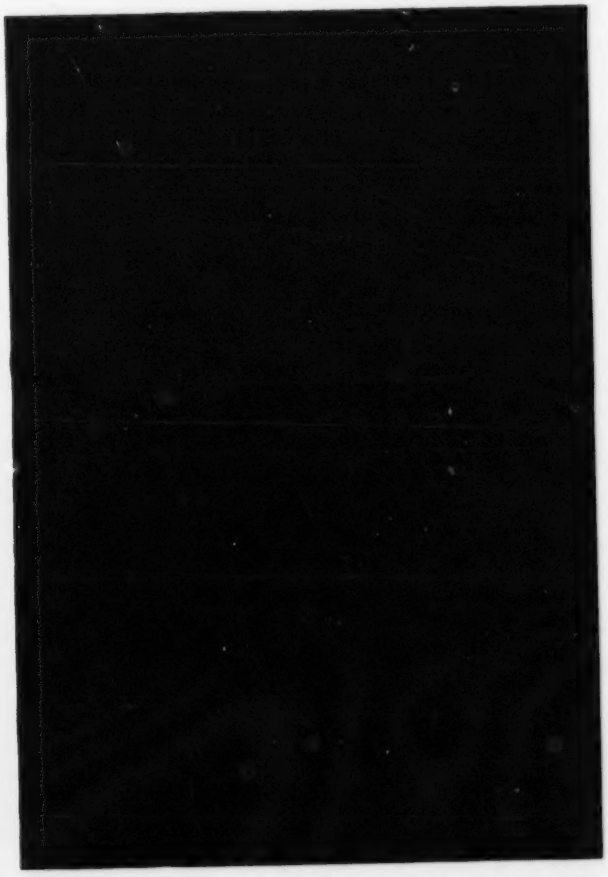


Figure 20 – La coupe des branches trop près du tronc crée de grandes blessures qui se referment mal; la carie peut s'installer.

Des grandes parties de feuilles peuvent être blanchies et des lésions nécrotiques (mortes) définies peuvent aussi se développer. L'importance des symptômes dépend du niveau de réduction de la photosynthèse.

Des niveaux chroniques (faibles et maintenus) d'ozone influent aussi sur les plantes, mais dans plusieurs cas, le seul symptôme observé est une croissance réduite. Lorsque les symptômes apparaissent sur des feuilles, ils mettent un certain nombre de jours ou de semaines à se développer; ce sont, entre autres, la chlorose (jaunissement), une légère pigmentation et une sénescence prématurée. L'ozone exerce aussi une action sur les membranes cellulaires et les chloroplastes (le pigment vert) de la feuille et entraîne généralement une baisse de vigueur et un ralentissement de la croissance. Les symptômes causés par des niveaux chroniques d'ozone sont difficiles à diagnostiquer parce qu'ils ressemblent aux symptômes causés par d'autres stress comme des désordres nutritionnels, des infestations de cicadelles et de tétranyques, des infections causées par des agents pathogènes des feuilles et même des herbicides.

Figure 21 – La pigmentation violette de cette asclépiade est caractéristique des dégâts causés par l'ozone; l'asclépiade est un bioindicateur de ce polluant atmosphérique (photo: Pennsylvania State University).

La sensibilité des arbres à l'ozone varie sensiblement selon les essences. Le frêne, le cerisier tardif et le peuplier sont en règle générale vulnérables. Le tilleul, le hêtre, le bouleau, l'érable et le chêne rouge sont plutôt tolérants ou résistants. Il existe deux «bioindicateurs» particulièrement sensibles à l'ozone qui se retrouvent dans les environs des érablières; ce sont l'asclépiade commun (*Asclepias syriaca*) (figure 21) et le sumac vénéneux (*Toxicodendron radicans*). Lorsque ces plantes présentent de graves symptômes, les niveaux d'ozone sont suffisamment élevés pour avoir affecté les arbres vulnérables.

Anhydride sulfureux

L'érable à sucre n'est pas sensible à l'anhydride sulfureux. Ce gaz provient de diverses sources mais principalement du charbon brûlé pour produire l'électricité et pour fabriquer l'acier. Le type de dégâts causés par l'anhydride sulfureux peut dépendre de ce que les niveaux sont aigus ou chroniques. Ce gaz pénètre dans la feuille de la plante par de minuscules pores (stomates) situés sur la surface de la feuille. Lorsque les concentrations du gaz sont élevées (niveaux aigus), les cellules meurent rapidement. Les symptômes sur les feuillus prennent l'aspect de grandes zones de tissu mort, variant du jaune à l'ivoire ou au beige, entre les nervures des feuilles. Ce symptôme type est plus répandu sur les plantes sensibles et sur les parties des plantes exposées aux vents. La blessure est visible sur les faces supérieure et inférieure des feuilles. La forme globale de la blessure est déterminée par le dessin des nervures de la feuille. Sur les feuilles du hêtre, la nécrose est souvent plus prononcée à proximité des rebords. Au moment où les symptômes apparaissent, il est habituellement possible de repérer une source ponctuelle d'émission de soufre ou d'anhydride sulfureux à quelques kilomètres (milles) des arbres touchés. La gravité du symptôme décroît avec l'éloignement de la source.

La blessure provenant de niveaux chroniques et causée à des essences relativement tolérantes, prend la forme de zones jaunies situées entre les nervures suivant un dessin semblable à celui des symptômes occasionnés par des niveaux aigus. Toutefois, on ne peut pas se fier à ce symptôme, étant donné que d'autres stress peuvent causer une blessure de forme similaire sur les feuilles des arbres. Les jeunes feuilles complètement formées du frêne, du peuplier faux-tremble, du hêtre et du bouleau sont très vulnérables à l'anhydride sulfureux. L'érable, le peuplier et le chêne sont modérément sensibles ou tolérants.

Fluorure d'hydrogène

Les dégâts causés par le fluorure d'hydrogène sont normalement locaux car ce gaz est absorbé rapidement par le sol et la végétation. Ils sont restreints, en règle générale, dans un rayon de 10 km (6 milles) des sources ponctuelles comme les alumineries ou les usines de verre, de brique ou d'engrais à base de phosphate.

Des symptômes peuvent apparaître à la suite d'une exposition à des niveaux élevés de fluorure d'hydrogène durant une courte période ou à de faibles niveaux durant plusieurs jours ou semaines. Ce polluant est absorbé dans les feuilles puis transporté jusqu'au bout et en bordure de la feuille où les concentrations s'accumulent jusqu'à atteindre des niveaux toxiques. Lorsque les cellules sont touchées, les bouts et les bordures des feuilles deviennent chlorotiques pour ensuite prendre une coloration brun rougeâtre. La partie affectée s'agrandit en s'éloignant des bordures à mesure que le fluorure continue de s'accumuler. On peut diagnostiquer le symptôme en testant la teneur en fluorure des tissus affectés.

La sensibilité relative des essences d'arbres à ce polluant n'est pas bien connue.

Pluies acides

On a beaucoup écrit au sujet des pluies acides mais, malgré cela, leur rôle en tant que polluant atmosphérique demeure incertain. Les pluies acides comprennent la pluie et la neige contenant de fortes concentrations d'acides sulfurique et nitrique. Ces acides proviennent de la lente transformation, dans l'atmosphère, de l'anhydride sulfureux et de l'oxyde d'azote en nitrates et en sulfates particulaires. À leur tour, ceux-ci réagissent à la vapeur d'eau pour former des acides sulfurique et nitrique. Une partie des nitrates et des sulfates particulaires retombe au sol sous forme sèche. Cela représente environ 20 pour cent des matières acides retombant sur la végétation et les écosystèmes dans leur ensemble. Le terme «précipitations acides» se rapporte aux retombées acides humides et aux dépôts acides secs. L'anhydride sulfureux et les oxydes d'azote sont produits en grandes quantités par divers procédés industriels et peuvent être transportés sur de longues distances dans l'atmosphère avant d'être transformés en acides. Toutes les régions forestières de l'est des États-Unis et du Canada reçoivent des précipitations acides.

Aucun symptôme déterminé ni dégât particulier aux arbres n'a été imputé directement aux pluies acides bien que de nombreux signes circonstanciels démontrent que les pluies acides contribuent à endommager la forêt. Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer les mécanismes possibles de ses effets. Lorsqu'on veut reproduire les dégâts causés aux plantes dans des expériences contrôlées, il faut recourir à des niveaux élevés d'acidité rarement observés dans la nature. Mais des études effectuées sur diverses essences d'arbres, et traitant de la façon dont plusieurs stress simultanés touchent les plantes, ont démontré que des expositions simultanées à plusieurs polluants atmosphériques (par exemple l'ozone et l'anhydride sulfureux) provoquent souvent plus de dégâts que la somme des dégâts causés par chacun des polluants pris individuellement. Par conséquent, dans des situations de niveaux chroniques d'ozone, les cellules touchées peuvent libérer des éléments nutritifs comme le calcium, le potassium et le magnésium. À leur tour, ces éléments nutritifs peuvent être lessivés par les précipitations acides. On présume que le lessivage de certains éléments des plantes et

des sols des forêts pourrait entraîner une déficience générale dans le processus de nutrition des plantes ainsi qu'une perte globale de vigueur et un ralentissement de la croissance. Étant donné que la disponibilité de certains autres éléments communs du sol (particulièrement l'aluminium qui, présent en abondance, peut empêcher l'absorbtion des éléments essentiels à la croissance comme le calcium) s'accroît dans des conditions acides, d'importants dépôts de substances acides peuvent indirectement réduire la croissance d'un arbre et augmenter sa vulnérabilité aux ennemis naturels.

Lutte contre les polluants atmosphériques

La meilleure façon d'éviter les dégâts causés par les polluants atmosphériques est de diminuer les quantités de ces émissions à leur source. C'est un problème politique et économique complexe. Sur place, toutefois, on peut prendre des mesures préventives ou correctives pour aider à réduire les effets potentiels des polluants atmosphériques. Dans la mesure du possible, on doit établir les érablières dans les sites qui conviennent le mieux à la croissance et au développement de l'érable à sucre. Les traitements sylvicoles comme les éclaircies sévères peuvent provoquer un stress de «déstabilisation du peuplement» que subiront les arbres en place pendant les cinq à sept années suivantes. Afin de diminuer ce stress, il convient d'effectuer des éclaircies légères et fréquentes. Il faut toutefois souligner qu'on augmente les risques de blessures aux racines et aux tiges en entrant fréquemment dans l'érablière pour enlever les arbres. Par conséquent, il ne faut procéder à des éclaircies que lorsque cela s'avère nécessaire pour dégager les arbres de leurs concurrents comme nous l'avons expliqué plus tôt. Finalement, si on pouvait démontrer que les déséquilibres des éléments nutritifs du sol nuisant à la santé des arbres proviennent des précipitations acides, on pourrait peut-être corriger ces déséquilibres à l'avenir à l'aide d'engrais spécialement formulés à cette fin.

PERTURBATIONS BIOTIQUES

INSECTES NUISIBLES

Un nombre élevé d'insectes des plus diversifiés se nourrissent à même l'érable à sucre. Heureusement, les populations de la majorité de ces ravageurs potentiels demeurent à un faible niveau grâce aux influences combinées des conditions d'habitat, de la rigueur du climat et des ennemis naturels. Des quelque 150 espèces d'insectes qui s'alimentent sur les feuilles de l'érable à sucre, moins d'une douzaine causent des dégâts économiques importants. Malgré tout, à chaque année, au moins un de ces insectes a un impact important sur les érablières nord-américaines.

Rapports insectes-dégâts

Les insectes mentionnés dans ce rapport sont regroupés selon le type de dégâts qu'ils causent, le moment où ils les causent et l'importance relative de ces dégâts. La majorité des principaux insectes nuisibles de l'érable à sucre sont considérés comme «primaires», ce qui signifie que généralement, ils mangent les feuilles ou sucent la sève de l'arbre quelle qu'en soit sa vigueur. Par contre, les insectes dits «secondaires», comme le perceur de l'érable, ne réussissent à s'établir que lorsque leur hôte a perdu de sa vigueur.

Cette distinction entre les ravageurs primaires et secondaires est importante. En règle générale, les insectes primaires ne provoquent pas la mort de l'arbre; ils en réduisent plutôt sensiblement la croissance ou la vigueur, ce qui prédispose l'arbre à être attaqué par des champignons et des insectes secondaires qui eux peuvent provoquer la mortalité. Le deuxième groupe n'est secondaire qu'au sens chronologique. Ces insectes ont besoin d'un hôte affaibli par des facteurs comme la sécheresse, la défoliation par les insectes, la pollution atmosphérique, la concurrence intense et les dégâts causés par l'exploitation forestière.

Il existe des techniques chimiques pratiques et efficaces pour lutter contre les populations de la majorité des insectes primaires. Les mesures protectrices adoptées peuvent diminuer les possibilités de développement des populations de certains organismes secondaires. Par contre, il est plus difficile de mener une lutte chimique contre les organismes secondaires. Une sylviculture convenable contribue à maintenir les arbres en santé, leur permettant ainsi de mieux résister à ces organismes.

Réactions à la défoliation

La quantité de feuillage perdue, la fréquence et le moment de la défoliation, l'état du peuplement et de l'arbre, sans oublier les stress antérieurs et la qualité du site, sont tous des facteurs déterminants dans la réaction des arbres à la défoliation. Une défoliation importante nuit habituellement à l'érable à sucre en entravant la production d'énergie nécessaire à sa croissance, à sa conservation et à sa reproduction. Aussi, la perte de 50 à 60 pour cent ou plus des feuilles chez l'érable l'affaiblit au point où il ne pourra peut-être pas résister à l'invasion d'agents secondaires.

Les érables gravement défoliés (à plus de 50 à 60 pour cent) avant le début du mois d'août produisent souvent un deuxième feuillage au cours de la même saison de croissance. Les bourgeons terminaux qui se forment ou se sont formés pour l'année suivante ouvrent alors une saison trop tôt. S'il y a défoliation au tout début de la saison de croissance, un arbre peut produire un nouveau feuillage et de nouveaux bourgeons. Selon le moment où elle se produit, la défoliation et la nouvelle feuillaison peuvent entraîner une baisse de la quantité d'énergie réservée à la croissance.

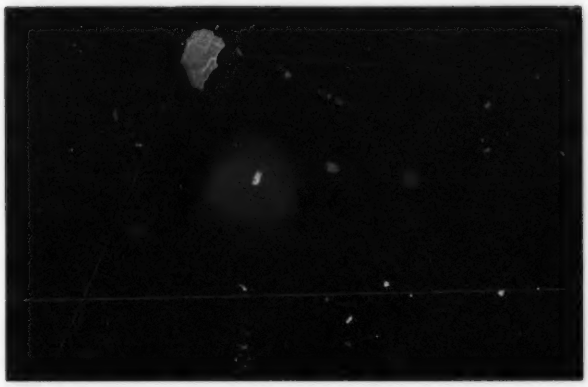


Figure 22 – Dégât type causé par un insecte phytophage foliaire.

Figure 23 – Des «criblures» créées par des insectes qui font des trous en s'alimentant dans les feuilles (photo: Pennsylvania Bureau of Forestry).

Si la défoliation a lieu vers la fin de la saison, une deuxième pousse de feuillage est possible mais les nouveaux bourgeons risquent de ne pas se former ou de ne pas atteindre la maturité avant l'hiver. La défoliation tardive, qui ne déclenche pas une nouvelle feuillaison mais qui entraîne le gonflement des bourgeons, peut être nocive. Les bourgeons gonflés meurent fréquemment au cours de l'hiver et il y a des risques de dépérissement au cours de l'année suivante.

Ces stress physiologiques peuvent entraîner une importante baisse de croissance, une réduction de production de sève, une diminution de teneur en sucre de la sève, le dessèchement de la cime ou la mort de l'arbre.

Habitudes alimentaires

Les insectes défoliateurs sont fréquemment regroupés selon leurs habitudes alimentaires. Les phytophages foliaires (figure 22) mangent toutes les parties de la feuille y compris les nervures principales. Lorsque ces défoliateurs attaquent un feuillu comme l'érable à sucre, ils s'alimentent habituellement sur le pourtour de la feuille. Les arpenteuses

Figure 24 – Dégât causé par une mineuse.

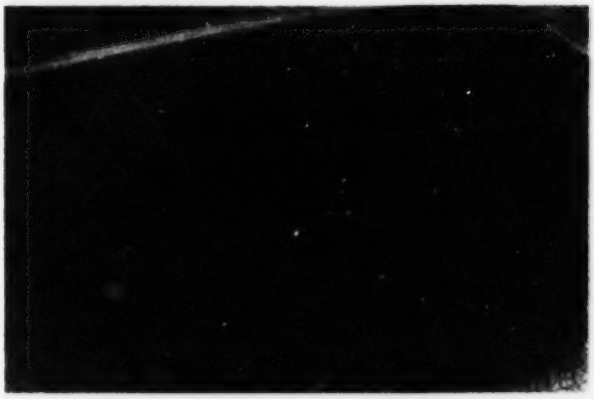


Figure 25 – «Squelettisation» – Remarquer que le défoliateur a tout consommé sauf une face de la feuille et la plupart des nervures.

ou géomètres, mâchent de façon typique la feuille en faisant des trous, donnant ainsi au feuillage un aspect criblé (figure 23). Lors d'une alimentation intense, ces insectes peuvent consommer le limbe entier de la feuille.

Les mineuses s'alimentent des tissus situés entre les couches externe, supérieure et inférieure, des feuilles (figure 24). Elles laissent un feuillage qui, bien qu'il soit intact, est décoloré et dont quelquefois le limbe est tordu. Par contre, les squeletteuses typiques mangent tout sauf les nervures principales des feuilles. La partie endommagée de la feuille ressemble à de la dentelle. Il existe cependant une variation plus courante, appelée simplement squeletteuse. Dans ce cas-ci, l'insecte laisse la majorité des nervures principales et une face de la feuille intactes (figure 25). De nombreuses enrouleuses, tordeuses et lieuses sont des squeletteuses. Plusieurs insectes défoliateurs qui commencent comme mineuses ou squeletteuses se

Figure 26 – Chenilles de la livrée des forêts.

Figure 27 – Masse d'oeufs de la livrée des forêts.

transforment en phytophages foliaires (insectes qui mangent toutes les parties de la feuille y compris les nervures principales).

Principaux défoliateurs printaniers

Les membres de ce groupe hivernent normalement au stade de l'oeuf sur le tronc ou les branches de l'arbre. Les chenilles commencent à s'alimenter au moment du débourrement ou peu de temps après et elles ont habituellement fini de se nourrir à la fin du mois de juin.

Livrée des forêts (*Malacosoma disstria*)

Les invasions de cet insecte ont lieu périodiquement à travers une grande partie de l'Amérique du Nord. La livrée des forêts est le principal défoliateur du peuplier faux-tremble de certaines régions du Canada et des États-Unis. Certains cas de dépérissement de l'érable au Canada et dans le nord-est des États-Unis ont été reliés à deux ou trois années de grave défoliation causée par la livrée. Une défoliation répétée semble prédisposer les arbres à un dépérissement ultérieur. Par exemple, on a assisté à un important dépérissement et à un fort taux de mortalité au Vermont sur 12 000 ha (30 000 acres) d'érables à sucre défoliés au moins à trois reprises au cours de l'invasion qui a eu lieu entre 1978 et 1982.

Les principaux effets de la livrée des forêts sont le ralentissement de la croissance et le dessèchement de la cime. La mort de l'arbre est un phénomène plutôt inhabituel. Dans les forêts septentrionales de feuillus, l'insecte provoque surtout la défoliation de l'érable à sucre et du peuplier faux-tremble. Toutefois, les livrées des forêts peuvent survivre sur une variété d'autres essences comme le cerisier tardif, le bouleau jaune, le tilleul d'Amérique, le hêtre et le frêne.

Après une défoliation sévère par la livrée, l'érable à sucre reconstitue son feuillage en cinq à six semaines. La qualité de la sève (teneur en sucre) et la production de sève (quantité de sève par entaille) sont toutefois sensiblement diminuées au cours du printemps suivant. Si on est en présence d'une mortalité importante de la cime, il est fort probable que la production de sève sera réduite pour plusieurs années.

Le dessèchement et la mortalité sont, dans plusieurs cas, plus importants dans les peuplements éclaircis juste avant, durant ou juste après une invasion. Il faut donc attendre au moins trois ans, une fois la défoliation terminée, avant de procéder à une éclaircie. Cette attente permet aux arbres survivants de récupérer après avoir subi le stress de la défoliation. Les arbres gravement atteints seront facilement identifiables selon le degré de dessèchement de leur cime. Les arbres qui sont en train de mourir ou ceux qui sont très affaiblis doivent être récupérés (coupés) avant que la carie ou la coloration ne se développent intensément.

Le dépérissement de l'érable à sucre à la suite d'une défoliation par la livrée des forêts est, dans plusieurs cas, plus important dans les sites qui ont aussi subi la sécheresse. Récemment, les érables à sucre du centre-sud de l'État de New York ont été dévastés à la suite d'une défoliation par la livrée des forêts. L'infestation est devenue évidente en 1980 et a atteint un sommet en 1982 alors qu'environ 81 000 ha (200 000 acres) avaient été défoliés. Plusieurs érables à sucre de l'étage dominant sont morts après une seule année de défoliation totale ou presque totale. Des études récentes sur les dégâts causés indiquent un taux de mortalité atteignant 95 pour cent dans plusieurs peuplements. Un grand nombre d'arbres survivants continuent à dépérir. Cette mortalité rapide et inhabituelle (survenue après la première année d'une défoliation sévère) peut sans doute être imputée aux effets combinés de la défoliation et de la grave sécheresse survenues au cours de la même année.

L'adulte de la livrée des forêts est un gros papillon de couleur chamois, rayé de deux bandes obliques brun foncé situées à proximité du centre de chacune des ailes antérieures. Étendues, les ailes antérieures ont une envergure de 25 à 37 mm (1,0 à 1,5 po) d'une extrémité à l'autre. Les adultes peuvent être présents depuis la fin juin jusqu'au mois de juillet et ils se regroupent fréquemment autour des luminaires extérieurs pendant la nuit. La chenille parvenue à maturité mesure environ 50 mm (2,0 po) de longueur. Son corps est velu et elle porte sur son dos foncé une série de taches blanchâtres en forme de trou de serrure ou

d'empreinte de pied (figure 26). Des rayures étroites orangées et des bandes bleu clair se dessinent sur les côtés. Les chenilles grégaires se regroupent au milieu de la journée sur des tapis de soie tissés sur le tronc de l'arbre ou à la base d'une grosse branche. Contrairement à plusieurs insectes du même groupe, la livrée des forêts ne construit pas une véritable tente. Les oeufs, forme sous laquelle l'insecte hiverne, sont pondus en masses serrées autour de petits rameaux. Cet anneau cylindrique brillant (figure 27) est le stade couramment recherché lorsqu'on effectue un relevé des populations.

Arpenteuse d'automne (*Alsophila pometaria*)

Les arpenteuses appartiennent à une famille de papillons de nuit dont les larves sont fréquemment appelées géomètres, chenilles géomètres ou simplement arpenteuses, de par leur façon unique de ramper. Elles ont un plus petit nombre de pattes que la majorité des chenilles et marchent en formant une boucle, donnant ainsi l'impression qu'elles avancent petit à petit. La chenille arque le dos en ramenant vers l'avant, la partie arrière de son corps située juste derrière les pattes antérieures. Elle s'attache alors par les pattes de derrière, relâche les pattes de devant puis s'étire le corps vers l'avant et ainsi de suite.

Les arpenteuses sont facilement dérangées par le vent ou par quelque chose frottant contre une branche infestée. Elles rampent rapidement ou culbutent sur le rebord de la feuille et se laissent tomber sur un fil de soie ancré par une extrémité à une feuille ou un rameau. Lorsqu'un fil brise, il agit comme une voile et peut transporter l'insecte ainsi poussé par le vent sur une longue distance. C'est là le principal moyen de dispersion au sein des espèces dont les femelles sont aptères.

L'arpenteuse d'automne figure parmi les premiers défoliateurs indigènes de feuillus que l'on a observés dans l'est de l'Amérique du Nord. Elle est d'abord un ravageur du chêne, de l'orme et du pommier. Toutefois, l'arpenteuse est fréquemment à l'origine de la défoliation des peuplements de feuillus septentrionaux composés en grande partie d'érables à sucre, y compris les érablières.

En règle générale, les invasions se produisent subitement et se terminent rapidement. Elles commencent habituellement par de petites infestations dispersées, mais les infestations peuvent s'étendre rapidement, se fusionner et couvrir de grandes étendues. En 1984, plus de 81 000 ha (200 000 acres) ont été défoliés dans le Maine et 12 000 ha (30 000 acres) du Wisconsin ont été l'objet d'une défoliation sévère. Une évaluation d'une infestation qui s'est produite récemment en Pennsylvanie a démontré que le dépérissement de l'érable à sucre peut être le résultat d'une défoliation causée par cette arpenteuse. Dans ce cas-ci, les peuplements les plus touchés étaient établis dans des sites élevés dont le sol était peu fertile. Ces sites ne sont pas considérés comme convenables pour l'érable à sucre.

Comme chez plusieurs chenilles géomètres, les adultes femelles de l'arpenteuse d'automne sont aptères

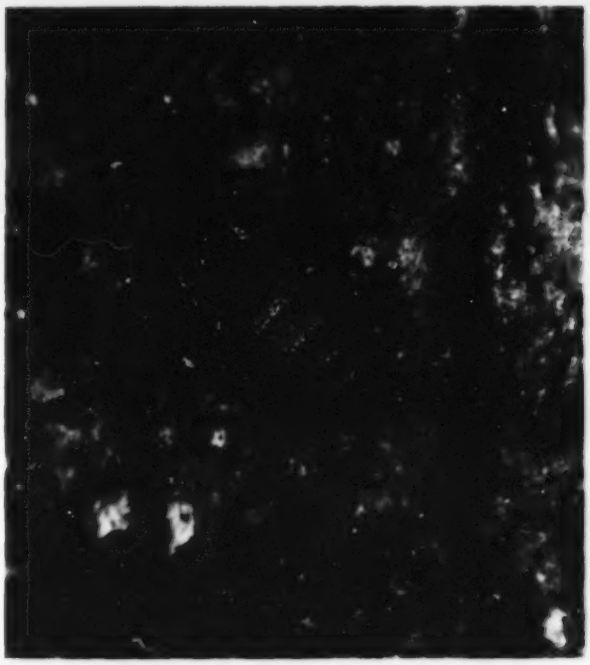


Figure 28 – Papillon femelle de l'arpenteuse d'automne.

Figure 29 – Phase où l'arpenteuse d'automne est vert clair.

(figure 28). Elles ont une forme arrondie et mesurent environ 8 à 10 mm (0,3 po) de longueur; elles sont d'un gris cendre uniforme et lustré. Après avoir émergé de leur stade de pupe dans le sol, elles font l'ascension des arbres environnants pour pondre leurs oeufs. Ceux-ci sont déposés en une masse sur l'écorce d'un rameau ou d'une branche. Le mâle type est un papillon à corps filiforme qui possède une envergure d'ailes de 25 à 30 mm (1 à 1,2 po). Les ailes antérieures reluisantes sont d'un gris brunâtre bigarré; les ailes postérieures sont d'un brun-gris clair uniforme. Les papillons sont actifs du mois d'octobre au mois de décembre (d'où leur nom commun), normalement jusqu'à l'apparition des premiers gels importants dans l'aire de distribution septentrionale de l'érable. Ils peuvent cependant ne pas émerger avant le mois de janvier dans les régions au sud. Les chenilles sont actives au printemps.

Figure 30 – Phase où l'arpenteuse d'automne est plus foncée.

Figure 31 – Chenille de l'arpenteuse de Bruce.

Entièrement développées, elles mesurent 20 à 25 mm (0,8 à 1 po) de longueur et sont de couleur vert clair (figure 29) à vert foncé tirant sur le noir (figure 30). Les spécimens de couleur claire ont plusieurs lignes blanchâtres longitudinales bien prononcées et les spécimens foncés portent une bande noire sur le dos. Ces chenilles sont très semblables à celles de l'arpenteuse de Bruce sauf qu'elles possèdent une paire de fausses pattes. Les jeunes chenilles squelettissent le feuillage. Les plus vieilles consomment la plus grande partie du limbe de la feuille sauf la nervure centrale et les plus grosses nervures.

Arpenteuse de Bruce (*Operophtera bruceata*)

L'aire de distribution de l'arpenteuse de Bruce est très grande et ses hôtes sont nombreux. Cet insecte a récemment défolié les érablières d'une très grande partie de l'est du Canada et de la Nouvelle-Angleterre et est un important ravageur des érablières du Québec. Au cours d'une récente infestation au Vermont, la défoliation intense s'est limitée aux érables à sucre d'un taillis sous-futaie et aux cimes inférieures des arbres de l'étage dominant. Les invasions comprennent, dans plusieurs cas, d'autres arpenteuses dont notamment l'arpenteuse d'automne.

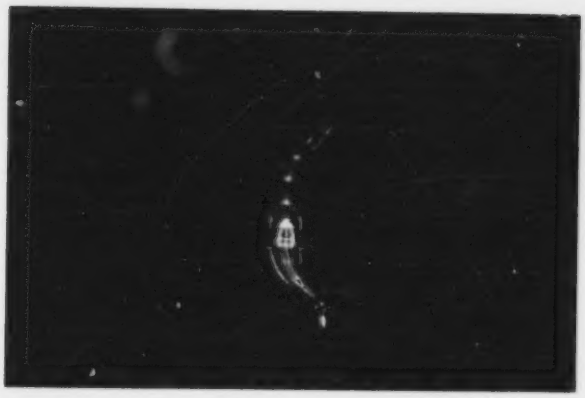


Figure 32 – Chenille de l'hétérocampe de l'érable.

Les adultes femelles de l'arpenteuse de Bruce sont aptères. Leur corps brun-gris tacheté de blanc mesure 6 à 8 mm (0,2 à 0,3 po) de longueur. Les ailes des mâles ont une envergure de 25 à 30 mm (1 à 1,2 po). Leurs ailes antérieures d'un brun clair sont légèrement transparentes et hachurées d'ondulations grises et brunes. Les oeufs qui ont hiverné éclosent au printemps pratiquement à la même période où se produit l'éclosion des bourgeons de l'érable à sucre. Les chenilles mangent la partie inférieure des feuilles ou s'alimentent sur les feuilles qu'elles ont liées ensemble à l'aide de toiles de soie. Les larves mangent la feuille en faisant de grands trous entre les nervures principales du limbe laissant ainsi la feuille en lambeaux. La plupart des chenilles sont vert clair mais certaines ont une coloration variant du vert éclatant au brun. La majorité d'entre elles ont trois bandes jaunâtres distinctes de chaque côté du corps. Les chenilles qui ont atteint leur taille maximale (figure 31) mesurent 18 mm (0,8 po) de longueur.

Principaux défoliateurs tardifs

Ce sont des défoliateurs qui s'alimentent tard au cours de la saison de croissance et qui hivernent normalement au stade pupal dans le sol ou dans la litière des feuilles. La pupe est inactive et ne s'alimente pas. Au cours de la pupation, la chenille se transforme en papillon. Les oeufs sont généralement déposés sur le feuillage de l'érable à la fin de juin ou au début de juillet. Après l'éclosion, les larves peuvent s'alimenter jusqu'au début de l'automne. Plusieurs de ces chenilles sont d'abord des squeletteuses qui deviennent plus tard des phytophages foliaires (insectes qui mangent toutes les parties de la feuille y compris les nervures principales).

Hétérocampe de l'érable (*Heterocampa guttivitta*)

De grandes invasions de l'hétérocampe de l'érable (figure 32) ont été signalées pour la première fois en Nouvelle-Angleterre en 1907. Depuis, on a rapporté leur présence dans les régions du nord-est des États-Unis ou du Canada tous les dix à douze ans. Au cours de l'invasion la plus intense et la plus étendue jamais observée (de 1967 à 1971), presque la moitié des forêts du centre et de l'est de

Figure 33 – L'hétérocampe verdâtre, un proche parent de l'hétérocampe de l'érable – voir figure 32.

Figure 34 – L'anisote de l'érable.

l'État de New York ont été sérieusement défoliées. De vastes superficies ont également été touchées au Québec, en Ontario, au Massachusetts, en Pennsylvanie et au Vermont.

Il est très rare que cette espèce se retrouve seule au cours d'une infestation importante. Elle est plutôt le membre dominant d'un groupe de défoliateurs. Il semble que les conditions favorisant un accroissement des populations d'hétérocampes conviennent aussi à d'autres défoliateurs. Dans les Maritimes, la chenille à houppes grises (*Orgyia leucostigma*) est l'associée habituelle de l'hétérocampe. En Ontario, l'anisote de l'érable (*Dryocampa rubicunda*), plusieurs arpenteuses et l'hétérocampe verdâtre (*H. biundata*), une espèce ressemblant à l'hétérocampe de l'érable, font souvent partie du groupe. On a dénombré jusqu'à neuf espèces qui se sont associées à l'hétérocampe de l'érable au cours d'infestations dans le Maine. En règle générale, les *H. biundata* (figure 33) et *D. rubicunda* (figure 34) ont été les principales espèces associées.

Dans les bons sites, les érables à sucre dominants et codominants en bonne santé survivent habituellement à deux années consécutives de défoliation bien que les arbres de taillis sous-futaie puissent mourir en grand nombre. Dans l'État du Maine, après deux ans de défoliation, une mortalité importante est survenue chez les arbres dont la cime était classée intermédiaire ou dominée pendant que, dans certains cas, la cime des arbres dominants et codominants a été gravement endommagée. Les cimes peuvent recouvrer leur vigueur environ trois ans après la fin de l'invasion. La croissance en diamètre est normalement réduite d'au moins 50 pour cent durant la période de défoliation.

Au New Hampshire, deux ans de défoliation sévère ont entraîné tout récemment une grave détérioration des cimes. Une saison de croissance favorable (due sans doute à une humidité convenable) au cours de la deuxième année a probablement contribué à un rétablissement plus rapide de la situation.

Au Vermont, la mortalité et le dessèchement de la cime d'érables à sucre ont été considérables après une seule année de défoliation intense qui s'est produite en 1980. Les dommages les plus importants ont été subis par les peuplements formés principalement d'érables à sucre de taille adulte (12 à 30 cm (5 à 12 po) d.h.p.) et d'arbres de dimension de sciage (plus de 30 cm (12 po) d.h.p.) croissant sur des sites élevés. Malgré une certaine mortalité de la cime, les érables dont moins de 40 à 50 pour cent de la cime a été défoliée ont survécu.

Le principal impact économique à court terme de la défoliation par l'hétérocampe de l'érable se fait sentir dans les érablières. La quantité de sève et la teneur en sucre peuvent diminuer sensiblement à la suite d'une grave défoliation. Au cours de l'infestation de 1967 à 1971, les acériculteurs de l'État de New York qui n'avaient pas arrosé les érables n'ont pas pu exploiter leurs érablières au cours du printemps suivant la défoliation.

Il est souvent difficile de prévoir les effets immédiats et à long terme d'une invasion d'hétérocampes de l'érable étant donné que plusieurs événements contribuent à en déterminer les conséquences. Toutefois, les érablières qui viennent de subir un stress causé par une éclaircie, une sécheresse ou une défoliation intense doivent tout particulièrement être protégées.

Ce papillon relativement gros a une envergure d'ailes de 50 mm (2 po). Les ailes antérieures bigarrées sont gris-brun ou beige verdâtre avec de petites taches irrégulières blanc crème. Les ailes postérieures sont d'un brun clair. Les quatre ailes sont garnies d'une ligne brisée foncée ou noire à proximité de la bordure extérieure. Tout au long de juin et au début de juillet, les adultes déposent des oeufs sur les feuilles, particulièrement sur celles de l'érable à sucre, du hêtre à grandes feuilles et du bouleau jaune. Les chenilles rendues à maturité mesurent environ 33 mm (1,3 po) de longueur; elles sont normalement de couleur verte et portent au centre du dos une tache rougeâtre en forme de selle (figure 32). Elles ont de chaque côté de la tête une série de raies bien distinctes: une de couleur brun foncé, deux jaunes ou blanches et une en rose. Certaines chenilles peuvent ne pas avoir la tache en forme de selle et d'autres sont entièrement brun rougeâtre.

Figure 35 – Chenille à bosse orangée ayant atteint sa taille maximale.

Figure 36 – Jeunes chenilles à bosse orangée.

Anisote de l'érable (*Dryocampa rubicunda*)

L'hôte préféré de cette espèce est l'érable rouge bien que l'anisote défolie aussi l'érable à sucre assez fréquemment. Les infestations couvrent généralement moins de 20 ha (50 acres) et durent deux à trois ans. Toutefois, il y a eu des exceptions: une invasion en Ontario au cours des années quarante a duré dix ans. Au début des années soixante-dix, une défoliation a touché plus de 11 000 ha (27 000 acres) en Pennsylvanie. Une défoliation sévère peut diminuer sensiblement la qualité de la sève.

Les papillons de cette espèce, de couleur brillante, ont une envergure d'ailes de 37 à 50 mm (1,5 à 2 po). Le corps velu est jaune crème à la partie supérieure et rosé à la partie inférieure. Les ailes antérieures sont rose clair à la base et aux extrémités avec une rayure centrale jaune. Les ailes postérieures sont normalement d'un jaune pur mais peuvent aussi être légèrement marbrées de rose clair. Les adultes, quelquefois appelés papillons rosés de l'érable, se regroupent fréquemment la nuit autour des lumières. La coloration des chenilles à maturité est très variable mais toutes ont normalement une série de raies longitudinales allant du vert clair au vert foncé sur le dos et les côtés (figure 34). Leur caractéristique la plus particulière est une paire de «cornes» noires sur le deuxième segment du corps juste derrière la tête rouge cerise.

Initialement, les chenilles se regroupent et se nourrissent ensemble; ces jeunes larves ont la tête d'un noir brillant et non pas rouge. Parvenus à maturité, les insectes délaissent le groupe et s'alimentent en solitaire.

Chenille à bosse orangée (*Symmerista leucitys*)

Cette chenille est un ravageur mineur dans la plupart des régions bien qu'à l'occasion elle ait gravement défolié des érablières situées au Québec. Il n'a pas été possible jusqu'à présent de relier des cas de mort en cime ou de mortalité d'arbres à des invasions importantes de cet insecte.

Les adultes ont une envergure d'ailes de 30 à 40 mm (1,2 à 1,6 po). Les ailes antérieures varient du gris cendre au gris-brun et leur bord extérieur est garni d'une bande blanche. Dans plusieurs cas, elles ont une raie ondulée étroite brun foncé près des extrémités. Les ailes postérieures varient du blanc au brun clair. Lorsqu'il se repose sur l'écorce d'un arbre, le papillon ressemble à une fiente d'oiseau. La chenille mesure 34 à 45 mm (1,4 à 1,8 po) de longueur et se distingue par sa tête orange vif et sa bosse également orangée surmontant un segment arrière (figure 35). Le corps est principalement d'un jaune orangé garni de neuf rayures longitudinales noires. Les rayures sont regroupées par trois (deux groupes sont situés sur le côté et un sur le dos) et entre les rayures, le corps est gris. Les oeufs sont déposés en grappe et les jeunes chenilles sont grégaires jusqu'à ce qu'elles aient atteint leur maturité; elles deviennent alors solitaires. La tête des chenilles qui viennent tout juste d'émerger est d'un noir luisant (figure 36).

Coupe-feuille de l'érable (*Paraclemensia acerifoliella*)

Des infestations du coupe-feuille ont été signalées depuis la fin du 19e siècle. Une fois qu'une invasion importante a débuté, les arbres peuvent être défoliés tous les ans durant six à huit années. Au cours d'une forte infestation survenue dans l'est de l'Ontario en 1981, les érables furent défoliés sur 130 000 ha (321 000 acres). Au Vermont, au milieu des années soixante-dix, les arbres ont été gravement défoliés sur plus de 14 000 ha (35 000 acres). Des études menées au Vermont ont révélé qu'il a fallu trois années de défoliation intense par cet insecte pour diminuer sensiblement la teneur en amidon des racines des érables (un indice de stress physiologique). Plusieurs années consécutives de défoliation peuvent entraîner un dessèchement des cimes mais le taux de mortalité est normalement assez faible. Cela reste vrai même lorsque les arbres sont fortement défoliés sur de longues périodes pouvant atteindre sept ans. L'érable à sucre semble résister mieux à la défoliation par le coupe-feuille qu'à celle causée par d'autres insectes. Cela tient sans doute aux habitudes alimentaires uniques du coupe-feuille et au fait qu'il se nourrisse en fin de saison. Des défoliations importantes et répétées réduiront sensiblement la production de sève.

Les papillons sont bleu acier à tête orange vif. Ils sont petits et rarement remarqués. Cet insecte est plus facilement

Figure 37 – Mine creusée par de jeunes larves du coupe-feuille de l'érable.

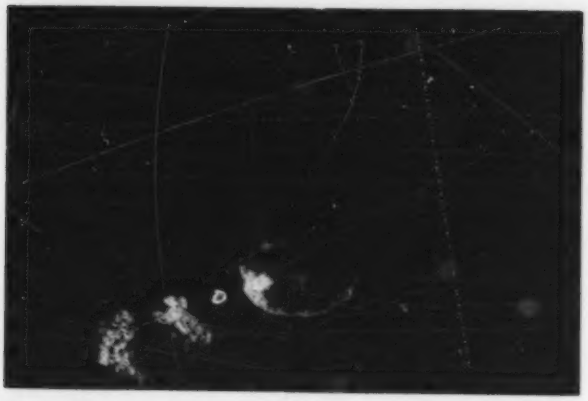


Figure 38 – Abri de tissu foliaire en forme de disque fabriqué par la chenille du coupe-feuille de l'érable.

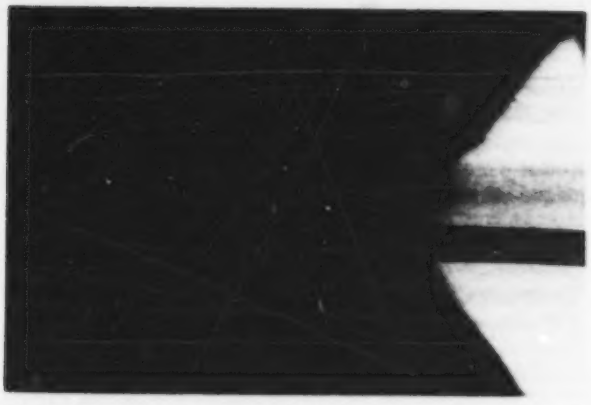


Figure 39 – Tissus de soie tissé par une jeune chenille de la squeletteuse trompette de l'érable.

Figure 40 – Abri tubulaire fabriqué par une chenille de la squeletteuse trompette de l'érable.

repéré par l'apparence du feuillage infesté. Du milieu à la fin juin, les chenilles minent les feuilles, laissant ainsi des taches brunes mesurant 12 à 20 mm (0,5 à 0,8 po) de longueur (figure 37). La période durant laquelle les chenilles creusent des mines prend fin au bout de deux à trois semaines lorsqu'elles se mettent à squelettiser les feuilles, s'alimentant à partir d'une case circulaire protectrice construite au moyen de deux disques de tissu foliaire (figure 38). La case est portative et doit être remplacée à mesure que la chenille se développe. Chaque fois qu'un disque circulaire est taillé dans une feuille, un trou est percé. Il arrive souvent qu'une nervure principale soit coupée. Le feuillage est donc largement perforé. Les trous les plus grands mesurent environ 2,0 cm (0,75 po) de diamètre. La feuille est brune et partiellement squelettisée mais demeure autrement intacte. Une fois la période d'alimentation des chenilles terminée à la fin d'août ou au début de septembre, elles descendent des arbres en amenant leur case avec elles. Les acériculteurs attentifs peuvent fréquemment apercevoir un bizarre défilé de morceaux de feuilles brunes descendant les troncs d'arbres et poursuivant leur route sur le sol!

Autres insectes défoliateurs

Certains défoliateurs ne causent des dégâts que de façon occasionnelle. Toutefois, étant donné qu'ils sont très répandus dans les peuplements d'érables à sucre, qu'ils ont des habitudes alimentaires particulières ou qu'ils se distinguent par leur apparence, les acériculteurs remarquent fréquemment ces insectes. Les infestations se limitent habituellement à un certain nombre d'arbres ou à des régions relativement restreintes.

Squeletteuse trompette de l'érable (*Epinotia aceriella*)

La chenille de ce petit papillon commence à s'alimenter sur la face inférieure de la feuille d'érable à proximité de la jonction de deux nervures principales. Elle squelettise la feuille et tisse une toile de soie recouvrant le lieu où elle s'alimente (figure 39). Chaque chenille construit avec de la soie et des excréments un abri tubulaire de forme allongée et souvent courbe dans lequel elle vit (figure 40). À mesure

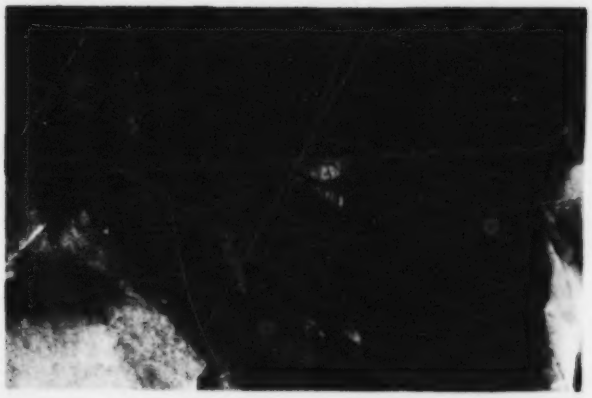


Figure 41 – Feuille d'érable à sucre repliée par une squelette-teuse trompette de l'érable. La partie brunâtre est la conséquence de la squelettisation à l'intérieur du pli.

Figure 42 – La plaque colorée a été créée par la larve de la mineuse de l'érable en s'alimentant.

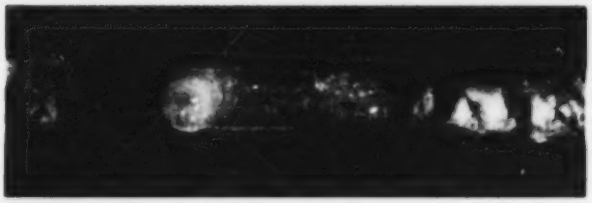


Figure 43 – Larve de la tenthrède du pétiole de l'érable dans le pétiole d'une feuille d'érable à sucre.

que la chenille se développe, le tube grossit. Dans plusieurs cas, il ressemble à une corne ou à une trompette. La toile de soie peut lier les bords de la feuille l'un contre l'autre autour du tube donnant à la feuille un aspect froissé (figure 41). La feuille déformée, dont la face supérieure est parsemée de zones brunâtres ou squelettisées, est facilement visible à la fin de l'été et au début de l'automne.

Mineuse de l'érable (*Cameraria aceriella*)

Les chenilles de ces insectes se creusent un chemin entre les faces supérieure et inférieure de la feuille, s'alimentent sur le tissu chlorophylien vert et créent des plaques translucides blanchâtres ou brun clair sur la face inférieure des feuilles d'érable. En règle générale, seul le contour de la plaque est visible sur la face supérieure de la feuille. Ces plaques sont translucides (figure 42).

Figure 44 – Une feuille d'érable à sucre flétrie: le dégât typique de la tenthrède du pétiole de l'érable.

Figure 45 – Dégât causé par l'enrouleuse de l'érable.

Tenthrède du pétiole de l'érable (*Caulocampus acericaulis*)

Les larves de cette guêpe miniature creusent les tiges (pétioles) des feuilles de l'érable à sucre (figure 43). La larve, qui est jaune clair, commence à s'alimenter à la base du pétiole et mine celui-ci peu à peu pour se creuser un

Figure 46 – Phase de coloration claire de la pyrale tisseuse de l'érable.

Figure 47 – Phase de coloration foncée de la pyrale tisseuse de l'érable.

chemin jusqu'à la base de la feuille. Un peu avant de finir de s'alimenter, elle mange l'intérieur du pétiole jusqu'à quelques millimètres du limbe de la feuille. Le limbe se fane (figure 44), puis se brise et tombe au sol.

Enrouleuses de l'érable

Plusieurs espèces de tortricides enroulent, plient ou attachent les feuilles dans le but de se construire un abri dans lequel la chenille s'alimente et/ou est en diapause. Les espèces les plus couramment associées à l'érable à sucre causent rarement de graves dégâts. Toutefois, leurs habitudes alimentaires mettent bien en évidence même les populations éparses.

La documentation la plus exhaustive traitant des dégâts associés aux membres de ce groupe est basée sur les observations effectuées au Wisconsin à la fin des années cinquante. Le feuillage crispé par des populations anormalement élevées d'enrouleuses de l'érable (*Sparganothis acerivorana*) (figure 45) et de petites enrouleuses de l'érable (*Acleris chalybeana*) a fourni les emplacements pour la ponte des oeufs de la pyrale tisseuse de l'érable (*Tetralopha asperatella*). La défoliation causée par cette dernière a été le principal facteur qui a prédisposé l'érable à sucre à un dépérissement appelé «brûlure de l'érable» (Maple blight). L'enrouleuse de l'érable aurait aussi causé d'importants dégâts au Québec et en Ontario.

Les chenilles des pyrales tisseuses sont grégaires et chaque colonie attache plusieurs feuilles les unes aux autres à l'aide de fils de soie pour former un nid bien visible à l'apparence négligée. Les chenilles à maturité mesurent 15 à 20 mm (0,6 à 0,8 po) de longueur et leur couleur varie du jaune clair (figure 46) au brun foncé (figure 47) en passant par diverses teintes de vert.

Arpenteuse du tilleul (*Erannis tiliaria*)

Cette arpenteuse est répandue dans les érablières mais les infestations sont rares. Il y a eu une importante défoliation au Québec au début des années quarante et cinquante et encore dans les années soixante. Les dégâts furent cependant négligeables.

La femelle est un papillon pourvu d'ailes bien rudimentaires et ne peut pas voler. Elle mesure 10 à 12 mm (0,4 à 0,5 po) de longueur; elle est gris clair avec deux rangées de taches noires le long du dos. Le mâle, qui est brun clair, a une envergure d'ailes de 35 à 45 mm (1,4 à 1,8 po). Chaque aile

Figure 48 – L'arpenteuse du tilleul.

Figure 49 – Chenille de la spongieuse.

antérieure est traversée de deux ondulations brun foncé. Les papillons émergent à la fin de l'automne et pondent des oeufs sur le tronc de diverses essences d'arbres y compris l'érable à sucre.

La larve arrivée à maturité mesure 35 à 45 mm (1,4 à 1,8 po) de longueur et a la tête brun-roux et le ventre jaune vif (figure 48). Le dos est normalement rayé de dix ondulations noires. La coloration peut varier en intensité au point où certains individus sont uniformément jaunes.

Spongieuse (*Lymantria dispar*)

La spongieuse est un insecte qui a été introduit de l'extérieur. Les infestations les plus fréquentes ont lieu dans les peuplements où abondent le chêne et/ou le bouleau gris. Le pommier est aussi un de ses hôtes préférés. Toutefois, la spongieuse s'alimente sans problème sur une grande variété de feuillus et de conifères. Les érablières situées à proximité de forêts de chênes, de vergers de pommiers ou de sites regorgeant de bouleaux gris sont souvent défoliées. Ces dégâts apparaissent au début de la saison de croissance au moment où les feuilles commencent à dérouler. Les arbres gravement défoliés produisent souvent une deuxième feuillaison.

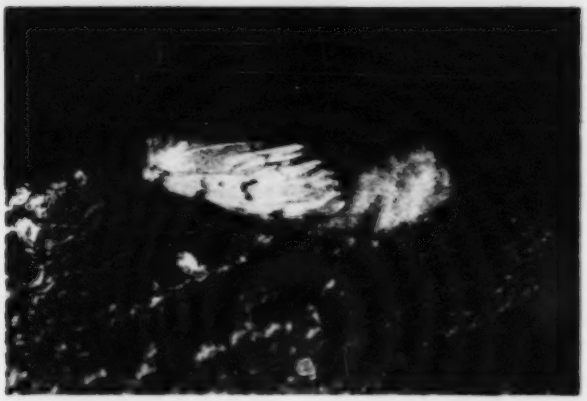


Figure 50 – Une spongieuse femelle sur une masse d'oeufs.

À maturité, la chenille (figure 49) est velue et mesure 35 à 65 mm (1,5 à 2,5 po) de longueur. La tête est tachetée de jaune orangé. Le dos porte deux rangées de cinq paires de points bleus, suivies de deux rangées de six paires de points rouges. Les amas d'oeufs de couleur chamois (figure 50) sont bien visibles sur les troncs et les branches des arbres et, dans plusieurs cas, constituent le premier indice de l'imminence d'une infestation de spongieuses.

Recommandations concernant la lutte contre les défoliateurs

Les acériculteurs doivent apprendre à reconnaître les insectes qui peuvent menacer leur érablière. Les invasions arrivent rarement à l'intérieur d'une seule année. Normalement, les populations d'insectes atteignent des niveaux nuisibles seulement après deux ou trois ans de conditions météorologiques favorables, d'inefficacité temporaire des ennemis naturels et d'une abondance d'aliments convenables. On peut remarquer une légère défoliation et une profusion inhabituelle de chenilles ou quelquefois de papillons durant un ou deux ans ou même davantage avant que les dégâts soient importants. Si on est sensibilisé à ces indices précurseurs, on aura le temps d'agir au lieu de réagir. En règle générale, l'acériculteur a le temps de consulter des spécialistes, d'évaluer le problème potentiel, de comparer les diverses solutions de gestion et de se préparer à prendre les mesures nécessaires.

Lorsqu'une menace plane sur une région, les acériculteurs doivent discuter des possibilités de traitement avec les spécialistes de la lutte contre les ravageurs. Actuellement, le seul moyen d'abaisser rapidement les niveaux des populations de défoliateurs menaçants consiste en l'épandage par pulvérisation d'insecticides synthétiques de type organique ou d'insecticides microbiologiques (bactériologiques). Ces derniers, que l'on peut se procurer sous diverses marques de commerce, ont tous comme constituant actif la bactérie *Bacillus thuringiensis* (*B.t.*). Actuellement, le *B.t.* coûte un peu plus cher qu'un insecticide chimique.

De nombreux insecticides chimiques agissent au contact; ils pénètrent l'épiderme de l'insecte, perturbant ainsi le

Figure 51 – Les infestations légère ou modérée du thrips du poirier laissent sur les feuilles des taches variant du blanc au jaune ou des bigarrures.

Figure 52 – Des feuilles froncées, déchiquetées ou anormalement petites peuvent indiquer la présence d'une population modérée du thrips du poirier (photo: Vermont Dept. of Forests, Parks and Recreation).

système nerveux de l'insecte nuisible, et le font mourir en quelques minutes ou en quelques heures. Le *B.t.* quant à lui doit être ingéré par la chenille. Une fois dans l'estomac de l'insecte, le micro-organisme se reproduit rapidement et produit une protéine toxique. Celle-ci attaque le fonctionnement organique et la perméabilité de la paroi de l'estomac. Cette action peut être suffisamment rapide pour tuer un insecte en quelques heures. Certains défoliateurs sont plus résistants à la toxine que d'autres et ne meurent qu'une fois que la bactérie a détruit les autres tissus. Le processus peut durer ainsi plusieurs jours pendant lesquels le processus d'alimentation est diminué.

Lorsque la formulation appropriée d'un insecticide chimique est mélangée correctement et utilisée convenablement, au moment opportun et en quantité adéquate, la majorité des populations de défoliateurs peuvent être réduites à des niveaux acceptables et ce uniformément et rapidement. Le *B.t.* est plus difficile à utiliser et ses chances de réussite sont plus dépendantes des conditions météorologiques et de la vigueur des insectes que ne le sont les insecticides chimiques. Toutefois, l'efficacité du *B.t.* est sans cesse améliorée. Depuis quelques années, l'efficacité et le prix de cet insecticide «écologique» se comparent bien à ceux des produits chimiques organiques.

Étant donné qu'aucun insecticide chimique ou biologique actuellement approuvé pour les érablières ne se retrouve dans la sève des arbres traités, le sirop provenant des peuplements traités au moyen de ces produits peut encore être vendu comme un aliment pur.

Autres insectes nuisibles

Thrips du poirier (*Taeniothrips inconsequens*)

La première invasion importante de ce petit insecte suceur de l'érable à sucre a été observée en Pennsylvanie à la fin des années soixante-dix. Depuis, des dégâts causés par les thrips du poirier sur l'érable à sucre se sont amplifiés dans divers États américains du Nord-Est. En 1988, environ 400 000 ha (un million d'acres) en Pennsylvanie, 200 000 ha (à peu près un demi-million d'acres) au Vermont et des milliers d'hectares (d'acres) dans l'ouest du Massachusetts ont été fortement infestés. Les conséquences de cette invasion sans précédent en Nouvelle-Angleterre n'ont pas encore été déterminées. D'après les expériences vécues, comme par exemple la présence de niveaux de populations de thrips très élevées durant plusieurs années en Pennsylvanie, les cas de mortalité de l'érable à sucre sont rares. Au moment d'une invasion, les dégâts peuvent varier sensiblement d'un arbre à l'autre. Des infestations prolongées peuvent entraîner le dessèchement de la cime et la réduction du volume de sève.

Cet insecte passe la plus grande partie de sa vie dans le sol. La majorité des dégâts surviennent durant une courte période au début du printemps lorsque les adultes s'alimentent à l'intérieur des bourgeons. Si les populations adultes sont très importantes, le feuillage ne se développe pas. Les larves s'alimentent aussi tout au long du printemps pendant que les feuilles se déploient. Les symptômes types de la présence d'une population faible ou modérée sont des taches blanchâtres ou jaunâtres sur le feuillage (figure 51), des feuilles froncées (dans plusieurs cas en lambeaux) et anormalement petites (figure 52), des parties brunes, mortes sur les bords des feuilles et les nervures, et la chute prématurée des feuilles. Les dégâts peuvent être importants (figure 53) lorsque les populations sont denses, et ils s'apparentent fréquemment aux dégâts causés par un gel tardif ou de grands vents. Des infestations graves déclenchent quelquefois une nouvelle feuillaison.

Les thrips du poirier adultes (figure 54) sont extrêmement petits (1 à 1,5 mm ou 0,04 à 0,06 po de longueur), filiformes et de couleur brun foncé. La tête semble gonflée et les ailes sont étroites et frangées de longs poils. La coloration des larves varie du jaunâtre au vert clair translucide et leurs yeux rouges ressortent bien.

Figure 53 – Érable à sucre gravement endommagé par les thrips du poirier.

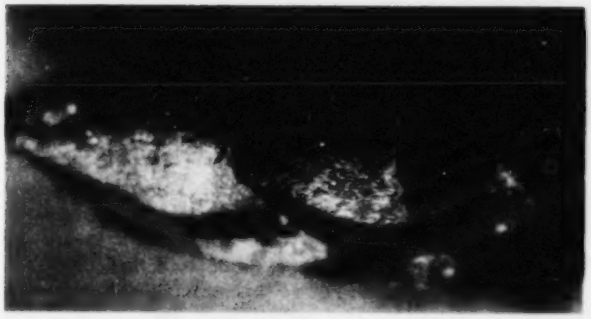


Figure 54 – Adulte du thrips du poirier (photo: Pennsylvania Bureau of Forestry).

Pucerons

Ces petits insectes délicats ressemblant à des poux se retrouvent fréquemment sur le feuillage de l'érable à sucre. Leurs populations peuvent être suffisamment denses pour retarder la croissance des feuilles, les froisser et les décolorer. Le feuillage peut devenir brun ou presque noir dans le cas de graves infestations. Les feuilles endommagées peuvent aussi tomber prématurément. Les pucerons excrètent d'importantes quantités de miellat, un mélange concentré de sucre et d'eau qui est extrait de l'arbre durant le stade d'alimentation. Cette matière collante recouvre souvent les feuilles et l'écorce (donnant un aspect luisant) et même les véhicules garés sous des arbres très infestés.

Récemment, un grand nombre de pucerons ont été signalés sur l'érable à sucre en Nouvelle-Angleterre au cours du printemps et au début de l'été. L'espèce la plus répandue est étroitement apparentée au puceron de l'érable de Norvège. Les premiers insectes à se manifester au printemps sont au stade de nymphes, dont la coloration varie du brun violacé au brun, et d'adultes aptères. Ils infestent d'abord les bourgeons mais ils forment ensuite des colonies s'installant sur la face inférieure des feuilles en croissance (figure 55). Ils s'attaquent aussi aux pétioles et aux pousses vertes et ont tendance à se regrouper à la jonction de la feuille et du pétiole. Les adultes ailés sont d'un brun foncé (presque noir) et mesurent un peu moins

Figure 55 – Nymphes et adultes aptères du puceron de l'érable de Norvège (photo: Oregon State University).

de 3 mm (0,12 po) de longueur. Leur première apparition a lieu au début de l'été.

Ces pucerons sont particuliers en ce sens qu'ils passent la plus grande partie de l'été en diapause (ou dimorphie). Les insectes dimorphes immobiles mesurent moins de 3 mm (0,12 po) de longueur, sont blanchâtres et translucides et sont aplatis contre la face inférieure des feuilles.

Perceurs du bois

Les insectes de ce groupe ne réussissent à s'installer que sur des érables à sucre qui sont affaiblis ou sous l'effet d'un stress, ou encore dans les parties endommagées d'arbres généralement sains. Ces insectes secondaires enclenchent un processus de décomposition qui aboutira sans doute au recyclage des éléments nutritifs. D'un point de vue économique, toutefois, les perceurs du bois peuvent causer de lourdes pertes en diminuant la valeur marchande du bois ou en réduisant la taille de la cime.

Perceur de l'érable - Les dégâts causés par le perceur de l'érable (*Glycobius speciosus*) varient selon le type de forêts et de peuplements. Les taux d'infestation, c'est-à-dire la proportion des tiges endommagées par hectare (acre), varient de 5 à près de 50 pour cent. Les érables à sucre de tous les peuplements sont vulnérables mais les possibilités de dégâts sont plus grandes dans les peuplements à forte proportion d'érables à sucre. Le perceur de l'érable fait rarement mourir un arbre mais il endommage la principale partie du tronc, diminuant quelquefois l'espace réservé à l'entaillage. Le perceur attaque surtout les arbres peu vigoureux.

Les dégâts sont importants aussi parce que lors d'une attaque, l'insecte creuse une galerie qui annèle partiellement le tronc et qui peut causer la mort d'une partie de la cime. Il faut donc absolument recourir à des pratiques sylvicoles qui maintiennent la vigueur des arbres et procéder tôt en saison à des éclaircies au cours desquelles on enlèvera les arbres qui ont été attaqués.

L'adulte du perceur de l'érable (figure 56) est un coléoptère noir avec deux rayures jaune vif de largeurs et de formes

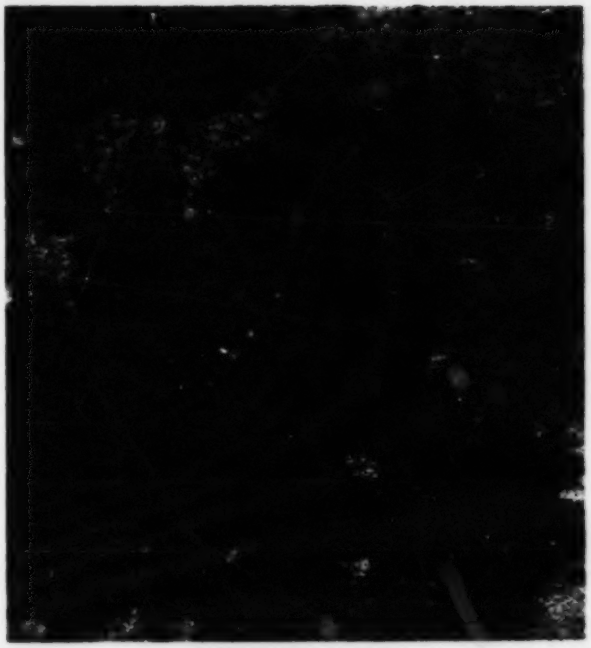


Figure 56 – Adulte du perceur de l'érable.

Figure 57 – Cicatrice ouverte reliée à l'étroite galerie d'alimentation creusée par la larve du perceur de l'érable.

variées. Celui qu'on voit le plus souvent a une rayure en forme de W. Le perceur mesure 20 à 25 mm (0,8 à 1 po) de longueur et appartient à un groupe communément appelé longicorne à cause de ses très longues antennes.

Le perceur de l'érable dépose un ou plusieurs oeufs dans les crevasses ou dans les trous qu'il creuse en mâchant

Figure 58 – Écorce fissurée et lâche dissimulant, de façon typique, des dégâts récents causés par le perceur de l'érable.

l'écorce du tronc, généralement à une hauteur ne dépassant pas 6 m (20 pi) du sol. Une fois les oeufs éclos, la petite larve pénètre dans l'arbre et s'alimente sous l'écorce. Au cours de la première année de son cycle de vie de deux ans, le perceur creuse une galerie d'alimentation peu profonde, transversale ou oblique dans le bois, tout juste sous l'écorce interne. Cette blessure au tronc (tout comme une blessure faite à la hache ou une blessure de débardage) peut entraîner la mort de grosses branches situées au-dessus d'elle. Dans plusieurs cas, une grande cicatrice ouverte se forme, mettant le bois à nu (figure 57). Une partie importante du tronc peut alors devenir impropre à l'entaillage. Les grosses blessures ouvertes sont évidentes mais les cicatrices laissées par le perceur de l'érable sont souvent difficiles à repérer parce que les dégâts sont cachés sous une écorce légèrement fissurée et lâche (figure 58). Une galerie de larve profondément gravée sur la surface du bois mis à nu permet de différencier les cicatrices du perceur de l'érable de celles causées par d'autres agents.

Au cours de la deuxième année, la galerie change de direction; elle n'est plus transversale mais verticale. La larve, de couleur blanc cassé et ressemblant à un ver (figure 59), creuse un tunnel d'hivernation oval (figure 60) mesurant 10 à 15 mm (0,4 à 0,6 po) de diamètre qui pénètre le bois à une profondeur de 5 à 10 cm (2,0 à 4,0 po).

Siricides - Les adultes des siricides sont de gros insectes dont le postérieur est surmonté d'une protubérance retournée vers le haut, en forme de lance (figure 61). Les larves infestent le bois des arbres ou des parties d'arbres morts

Figure 59 – Larve du perceur de l'érable.

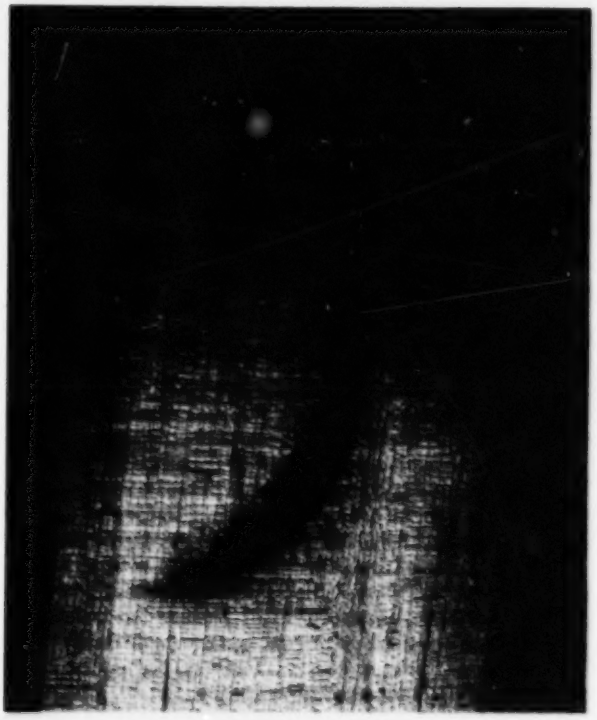


Figure 60 – Galerie creusée par une larve du perceur de l'érable; l'insecte y hiverne.

ou très affaiblis. Le bois ainsi infesté se détériore rapidement. On trouve fréquemment des tunnels et des groupes de larves lorsqu'on enlève les vieux arbres ou les arbres morts de l'érablière et qu'on les coupe pour en faire du bois de chauffage (figure 62).

L'espèce la plus répandue chez l'érable à sucre et les autres feuillus de l'Est est appelée tremex (*Tremex*

Figure 61 – Siricide femelle. Cette espèce, le tremex, pond ses oeufs dans l'aubier des arbres affaiblis. À remarquer les grandes ailes, le long ovipositeur bien en saillie du postérieur et la courte épine, ressemblant à une lance, retournée vers le haut juste au-dessus.

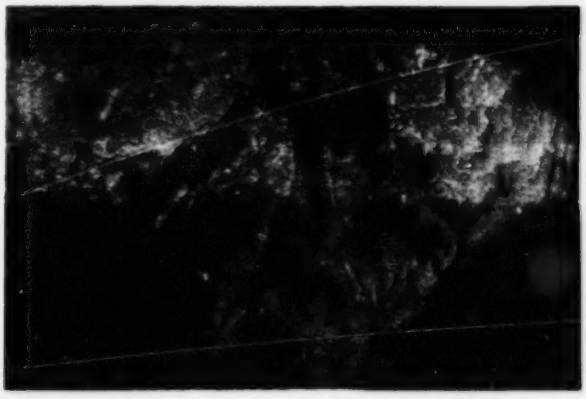


Figure 62 – Un morceau de bois pourri d'érable à sucre infesté de galeries et de larves de tremex.

columba). Les adultes, qui sont rouges et noirs et pourvus de grandes ailes, mesurent 20 à 50 mm (0,75 à 2 po) de longueur. La partie arrière de la femelle est, dans plusieurs cas, garnie de points et de rayures jaunâtres et, en plus de l'épine dorsale courbée vers le haut en forme de lance, le postérieur est doté d'un long organe de ponte (ovipositeur) (figure 61). Les oeufs sont déposés dans le bois et les grosses larves blanches cylindriques creusent des tunnels dans le bois. Le postérieur de chacune des larves est aussi surmonté d'une courte épine rigide de couleur foncée. Les larves à maturité ont un diamètre équivalant à celui d'un crayon et mesurent 5 cm (2 po) de longueur.

Scolytes du bois - Les scolytes du bois sont petits (mesurant normalement moins de 5 mm (0,2 po) de longueur), de forme cylindrique et leur coloration varie du rouge au brun foncé. Ils creusent directement dans le bois des billes récemment coupées ou dans les parties endommagées de branches ou de troncs d'arbres, par exemple, dans les trous d'anciennes entailles. Les scolytes du bois ne font pas mourir les arbres ou ne les empêchent pas de recouvrer leur vigueur à la suite d'un stress, mais leur présence est l'indice de dégâts physiques ou de stress importants.

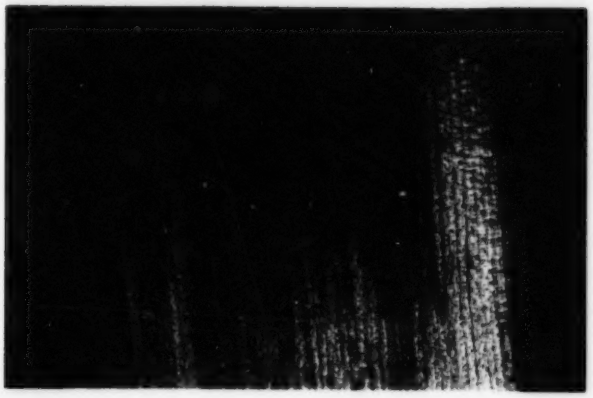


Figure 63 – Coloration du bois associée aux galeries ramifiées d'un scolyte du bois, un insecte qui attaque fréquemment l'érable à sucre.

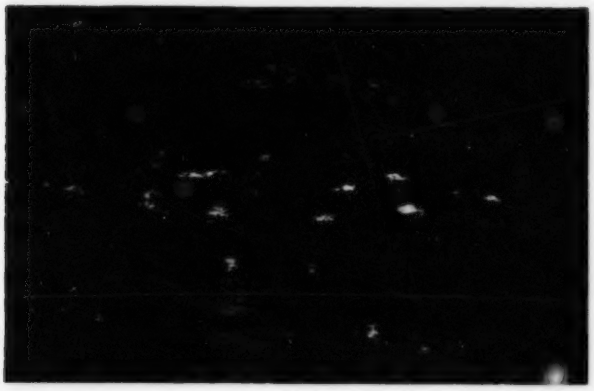


Figure 64 – La poussière de bois blanche sur l'écorce d'un érable à sucre est une preuve visible d'une attaque par le scolyte du bois.

Les adultes et les larves blanches ne mangent pas le bois. Ils s'alimentent plutôt d'un champignon «ambrosia» qui se développe dans les tunnels. Les spores de ce champignon sont transportés par les scolytes et introduits dans le bois durant la construction du tunnel. Lorsque le champignon croît, il décolore ou tache le bois adjacent au tunnel (figure 63). Dans certains cas, la tache s'étend sur plusieurs centimètres (pouces) au-dessus et au-dessous du tunnel.

Les indices les plus fiables d'une attaque sont l'apparition de petits trous d'entrée (2 mm (0,1 po) ou moins de diamètre) et la présence d'une fine poussière de bois légèrement colorée dans les crevasses de l'écorce au-dessous de chaque trou (figure 64). Lorsqu'on fend un morceau de bois infesté, on voit très bien les tunnels simples et/ou ramifiés de couleur foncée (figure 63).

Le scolyte des bois durs (*Xyloterinus politus*), une espèce fréquemment associée à des érables à sucre dépérissants ou déracinés par le vent, produit un cylindre de poussière de creusage bien tassée qui dépasse de 25 mm (1 po) du trou d'entrée (figure 65). Une autre espèce, le corthyle de l'érable (*Corthylus punctatissimus*), attaque et fait mourir les

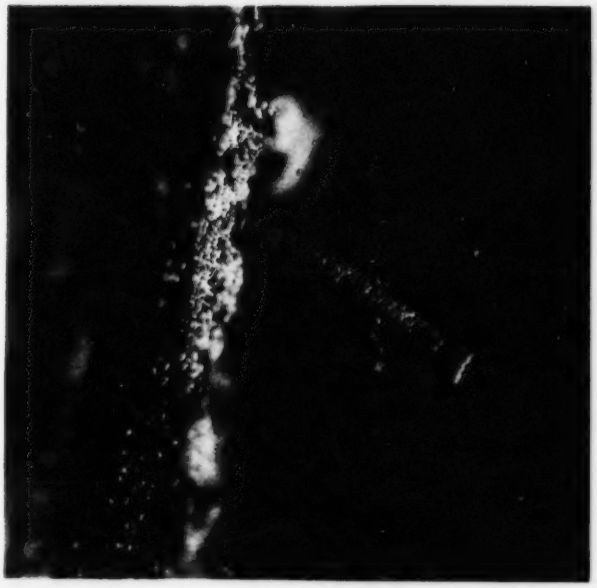


Figure 65 – Bouchon de poussière de bois en saillie qui apparaît fréquemment sur l'érable à sucre récemment infesté par des scolytes du bois.

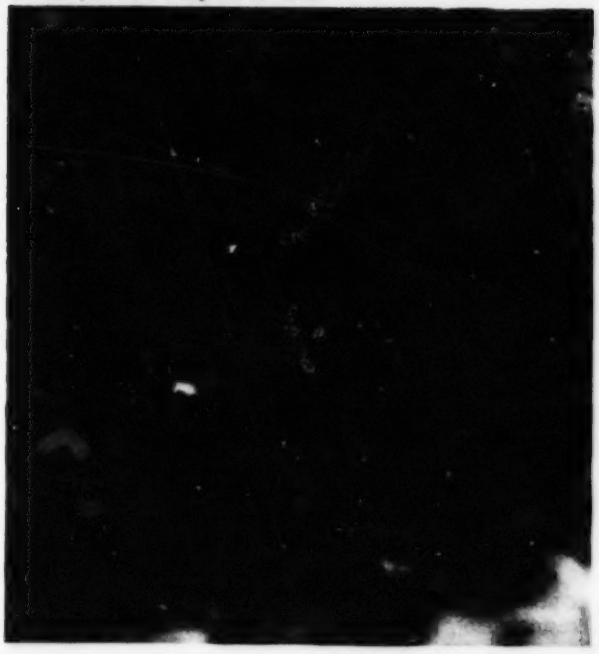


Figure 66 – Copeaux de bois à la base d'un semis d'érable à sucre indiquant une attaque récente par le corthyle de l'érable.

semis de l'érable à sucre et de d'autres feuillus. Les adultes pénètrent dans la tige sous le niveau du sol, creusent un tunnel dans le bois externe et peuvent anneler les semis. On aperçoit habituellement un petit amas de copeaux de bois blanc (figure 66) dans le sol, adjacent au trou d'entrée. L'infestation est facile à déceler puisque les semis

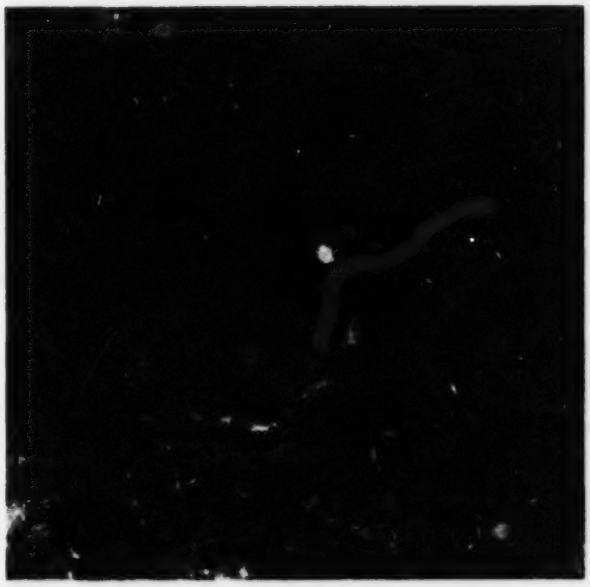


Figure 67 – Semis d'érable à sucre flétris, exemple typique de dégâts causés par le corthyle de l'érable.

Figure 68 – Galles allongées produites par les phytoptes fusiformes de l'érable.

flétrissent et brunissent au milieu de l'été (figure 67). On a signalé de graves infestations dans le sud-est du Canada et en Caroline du Nord. Heureusement, l'érable à sucre se reproduit à profusion dans la majorité de ces peuplements, au point où même les infestations graves de corthyles de l'érable ne font pas de dégâts importants.

Insectes visibles de faible importance

Un grand nombre d'organismes inoffensifs s'alimentent sur le feuillage de l'érable à sucre et causent des dommages évidents, mais la décoloration ou la déformation des feuilles qui en résulte nuit rarement à la croissance de l'érable ou à la qualité de la sève.

Certains insectes et acariens nuisent à la croissance de la plante lorsqu'ils stimulent l'hôte à produire des excroissances d'aspect bizarre appelées galles. Ces tumeurs anormales proviennent de cellules qui deviennent excessivement grosses ou nombreuses. Cette évolution inhabituelle est déclenchée par des stimulants de croissance introduits dans la plante par la salive des insectes et des phytoptes. La position, la forme et la couleur de la galle qui devient une source d'aliments nutritifs facile d'accès et un abri pour les ravageurs sont en règle générale suffisamment caractéristiques pour permettre l'identification de l'organisme en cause.

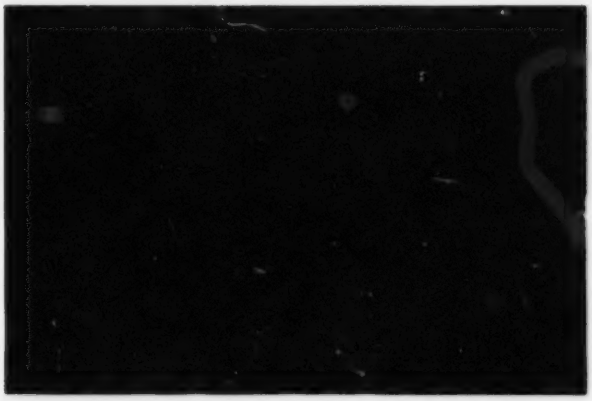


Figure 69 – Plaques rouges sur la face supérieure de la feuille de l'érable à sucre, causées par le phytopte veloutant.

Phytoptes

Le phytopte vésiculaire de l'érable (*Vasates quadripedes*) et le phytopte fusiforme de l'érable (*V. aceris-crumena*) sont répandus dans toute l'aire de distribution de l'érable à sucre. Le premier est caractérisé par une galle globulaire mesurant 1 à 3 mm (0,05 à 0,1 po) de diamètre. Le second produit une galle allongée et verticale, mesurant environ 5 mm (0,2 po) de longueur (figure 68). Ces deux galles en forme de pochettes se retrouvent sur la face supérieure de la feuille et se limitent normalement aux feuilles de taillis sous-futaie. Au premier stade de leur formation au mois de mai, les galles sont d'un vert jaunâtre. Elles tournent au rose clair et peuvent même devenir rouge foncé.

Le phytopte veloutant de l'érable (*Aceria regulus*) provoque l'apparition d'amas rouge vif ou de plaques feutrées (érinéas) sur la face supérieure des feuilles de l'érable (figure 69). Une espèce apparentée cause des érinéas de forme similaire mais d'une couleur variant du blanc au vert, sur la face inférieure des feuilles de l'érable à sucre.

Cécidomyie ocelligène (*Acericecis ocellaris*)

La blessure causée par les larves de ce moucheron ressemble à certaines taches foliaires causées par des champignons. Elle crée une tache jaune ou jaune verdâtre dotée d'un petit centre noir entouré d'un anneau rouge (figure 70). La galle circulaire mesure 8 à 10 mm (0,3 à 0,4 po) de diamètre. Elle est visible sur la face supérieure de la feuille à

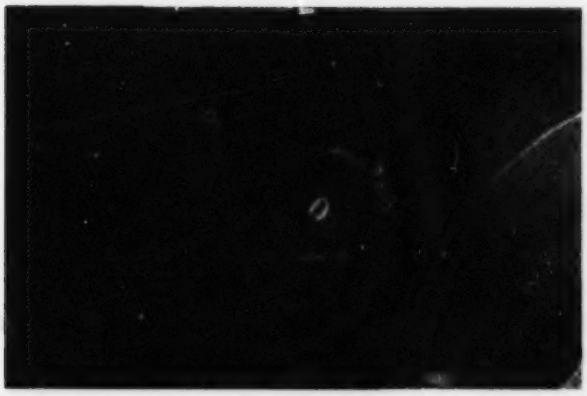


Figure 70 – Tache foliaire entourée d'un anneau rouge, causée par la larve de la cécidomyie ocelligène visible au centre.

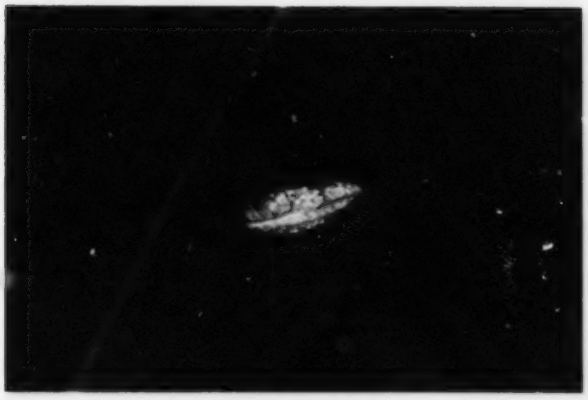


Figure 71 – Galles matures (séchées et ouvertes) de la cécidomyie goutteuse de l'érable.

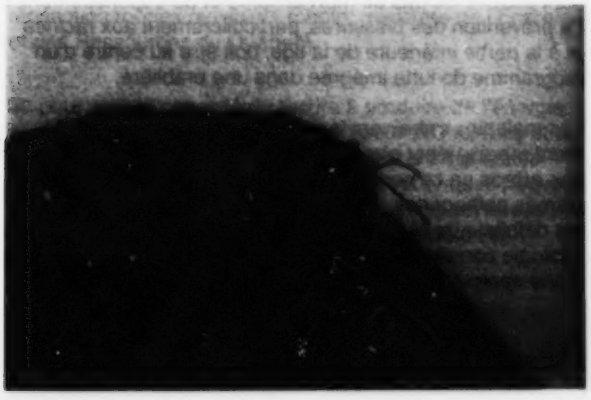


Figure 72 – Charançon adulte.

partir de la mi-juin jusqu'au changement de couleur du feuillage à l'automne. Ce petit insecte s'alimente dans une dépression creusée sur la face inférieure de la feuille au centre du cercle (figure 70). Au moment où les taches foliaires sont visibles, la majorité des asticots sont déjà tombés de la feuille.

Figure 73 – Cochenille floconneuse de l'érable.

Cécidomyie goutteuse de l'érable (*Dasineura communis*)

Cet insecte produit une galle en forme de bourse allongée et de couleur variant de rouge à rouge verdâtre, dans les nervures principales de la feuille. Lorsque l'asticot finit de s'alimenter, la galle sur la face supérieure de la feuille sèche, se fissure et s'ouvre (figure 71). La galle mesure 3 à 8 mm (0,1 à 0,3 po) de longueur. Normalement, le dommage devient évident au mois de juin et les galles ouvrent durant le mois de juillet.

Charançons

Les larves de ces petits charançons (5 à 8 mm (0,2 à 0,3 po) de longueur) hivernent dans le sol. Les charançons adultes émergent à la fin de mai et au début de juin et s'alimentent sur les bourgeons et les feuilles en croissance d'une variété de plantes et, tout particulièrement, de l'érable à sucre. Il en résulte un feuillage décoloré, tronqué et, dans plusieurs cas, déchiqueté qui est surtout visible sur les gaulis et les semis. Le *Phyllobius oblongus*, l'une des deux espèces les plus répandues, est d'un brun foncé brillant (figure 72) et disparaît avant le milieu de l'été. L'autre, le *Sciaphilus asperatus*, de couleur grise, s'alimente durant tout l'été.

Cochenilles

Ces insectes à l'aspect bizarre s'alimentent sur la sève de l'érable en rentrant des rostres très effilés (stylets) dans les cellules situées sous l'écorce des rameaux et des petites branches. La cochenille floconneuse de l'érable (*Pulvinaria innumerabilis*) a une forme ovale d'environ 8 mm (0,3 po) de longueur, est brun rougeâtre et convexe avec une crête centrale. Cette cochenille brun rougeâtre avec son gros sac ovigère cotonneux ressemble à un grain de maïs soufflé (figure 73). La plus petite lécanie (*Parthenolecanium* sp.) varie de taille et de couleur mais elle est habituellement aussi d'un brun rougeâtre (figure 74). Elle ne produit pas de sac cotonneux et camoufle ses oeufs sous son corps. Cet insecte excrète de grandes quantités de miellat sucré qui contribue à la croissance de champignons (la fumagine)

Figure 74 – Une lécanie.

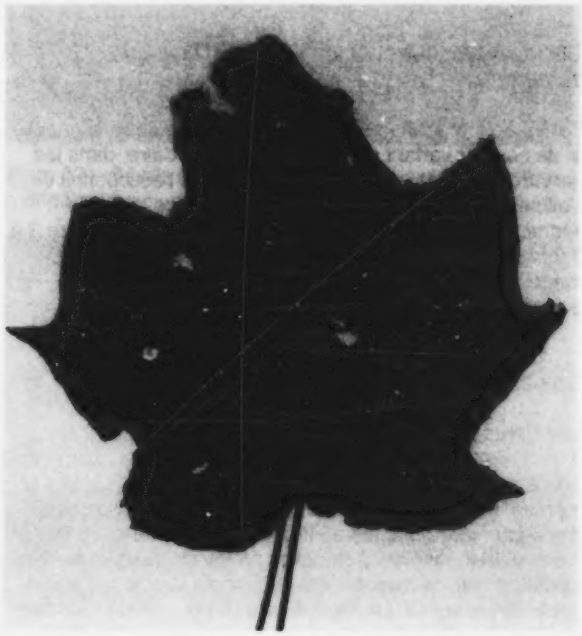


Figure 75 – Feuille d'érable à sucre dont une grande partie du tissu est mort, conséquence typique de l'anthracnose.

répandant des pellicules noires inesthétiques sur les branches et les objets situés sous les rameaux lourdement infestés.

MALADIES

La maladie d'un arbre peut être causée par des facteurs abiotiques comme la pollution atmosphérique, les déséquilibres minéraux et des conditions météorologiques extrêmes; par des agents biotiques comme de minuscules virus, des bactéries, des organismes de types mycoplasmes, et des champignons; par des nématodes; ou par des plantes parasites plus grandes comme le gui et l'orobanche. Presque toutes les maladies de l'érable à sucre occasionnées par des agents biotiques sont causées par des champignons. Comme dans le cas des insectes, on peut regrouper les

Figure 76 – Tache des feuilles typique causée par le *Phloeospora aceris* et sa bordure irrégulière sur une feuille d'érable à sucre.

champignons en champignons primaires (pouvant infecter et se développer dans les arbres vigoureux) et en champignons secondaires (ne pouvant se développer que chez les arbres ayant subi un stress). Dans l'ensemble, les maladies provoquent probablement davantage de pertes chez l'érable à sucre que tous les autres agents destructeurs.

Les maladies de l'érable à sucre sont très variées, allant des maladies foliaires (bien visibles mais rarement importantes) aux maladies internes du tronc et des racines (invisibles mais souvent mortelles). De nombreuses maladies sont présentes sans qu'on ne les soupçonne et ce, jusqu'à ce que les dommages deviennent sérieux. Étant donné qu'il y a très peu de mesures à prendre pour freiner les maladies des arbres, il est important de prévenir ou de minimiser les conditions favorables à leur développement. Presque toutes les maladies d'ordre biotique, dont les conséquences sont désastreuses, originent de blessures. Nous devons cependant exclure les cas de mort en cime et de dépérissement. La prévention des blessures, particulièrement aux racines et à la partie inférieure de la tige, doit être au centre d'un programme de lutte intégrée dans une érablière.

Les maladies entraînant la mort en cime ou le dépérissement représentent bien la nature complexe des maladies des arbres en ce sens qu'elles reflètent l'interaction d'organismes pathogènes et de divers stress, y compris les insectes défoliateurs et les facteurs abiotiques défavorables. Leur étiologie complexe sert également à étayer la nécessité d'une approche holistique à la gestion acéricole.

Maladies foliaires

L'érable à sucre souffre de plusieurs maladies foliaires dont la plupart sont causées par des champignons. Les symptômes vont d'un minuscule point nécrosé à la mortalité totale de la feuille. Les maladies foliaires apparaissent tout au long de la saison de croissance mais sont plus répandues et plus importantes à la fin du printemps, durant les périodes humides et froides. La défoliation causée par les maladies foliaires n'est normalement pas à l'origine de dommages importants. Elle réduit rarement de plus de 25 à

Figure 77 – Vue en gros plan, sur la face inférieure d'une feuille d'érable à sucre, d'une tache de feuilles causée par le *Phloeospora aceris* ; on y aperçoit les fructifications du champignon pathogène.

Figure 78 – La maladie appelée «tache ocellée violette» sur la feuille d'un érable rouge. Remarquer les rebords caractéristiques rouges ou violets (photo: ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec).

30 pour cent la capacité de l'arbre à produire de l'énergie alimentaire. Toutefois, la croissance peut être ralentie et il se peut qu'il y ait du dépérissement suite à un grave épisode de défoliation. Les polluants atmosphériques peuvent aussi causer la décoloration ou la mort d'une partie des feuilles. À l'exception de l'anthracnose, les maladies foliaires ne causent pas de dégâts sérieux.

Anthracnose

L'anthracnose, la maladie foliaire la plus importante de l'érable, peut à l'occasion devenir nocive après plusieurs jours de temps humide. Les premiers symptômes sont des zones mortes brun-rouge disséminées le long des nervures de la feuille. Les lésions peuvent s'étendre rapidement et se fusionner à d'autres pour recouvrir la plus grande partie de la feuille et même la totalité de celle-ci (figure 75). Les sections mortes peuvent avoir une forme irrégulière et devenir grises ou noires. Les arbres gravement atteints peuvent paraître desséchés. Les petites fructifications brunes du

Figure 79 – «Tache ocellée violette» – Vue en gros plan d'une tache avec les fructifications noires du champignon pathogène (photo: ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec).

champignon pathogène (le plus répandu est l'*Aureobasidium apocryptum*, autrefois nommé *Kabatiella apocrypta*) confirment le diagnostic d'anthracnose et permettent de différencier cette maladie du «roussissement» de la feuille causé par la sécheresse ou la chaleur excessive. On ne recommande habituellement pas de traitements contre l'anthracnose dans les érablières.

Tache de feuilles (*Phloeospora aceris*)

De façon typique, les taches à bords irréguliers apparaissent tôt après une période d'humidité (figure 76). Quelques semaines plus tard, les fructifications du champignon pathogène apparaissent sous forme de corpuscules noirs entourés d'une zone rosâtre sur la face inférieure de la feuille (figure 77).

Tache de feuilles (*Phyllosticta minima*)

Ce champignon crée de petites taches isolées de 6 mm (0,25 po) ou moins de diamètre sur plusieurs espèces d'érables. Les taches apparaissent d'abord sous forme de points bruns et à mesure qu'elles grossissent, le centre devient beige. Cette maladie est aussi connue sous le nom de «tache ocellée» ou «tache ocellée violette» à cause de la bordure rouge ou violette des taches (figure 78). Avec le temps, les fructifications du champignon apparaissent sur les taches (figure 79). Quelquefois, des taches adjacentes se fusionnent pour former des zones mortes de forme irrégulière.

Taches goudronneuses

Deux maladies de type «tache goudronneuse» affectent l'érable à sucre et l'érable rouge. L'une, la tache goudronneuse noire causée par le *Rhytisma acerinum*, forme de grandes plaques noires en relief, c'est-à-dire un tissu fongique appelé stroma, sur la face supérieure de la feuille (figure 80). L'autre, la tache goudronneuse ponctuée

Figure 80 – La maladie appelée «tache goudronneuse» sur une feuille d'érable rouge. Le tissu fongique noir (stroma) caractéristique est entouré de zones jaunes (photo: ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec).

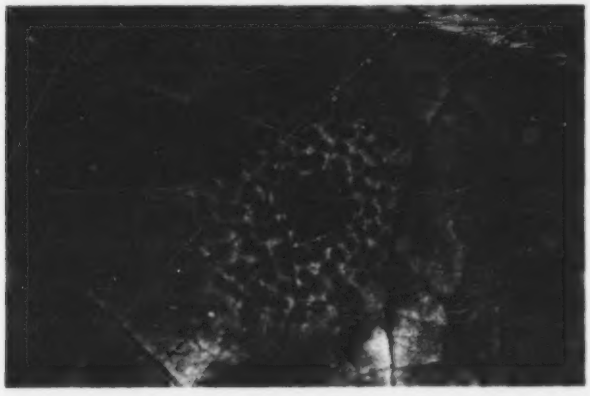


Figure 81 – La maladie appelée «tache goudronneuse ponctuée» sur une feuille d'érable à sucre. Chaque tache est formée d'un groupe de petits stromas noirs du champignon pathogène.

(*R. punctatum*), est caractérisée par des groupes de petits stromas noirs (figure 81). La tache goudronneuse noire est bien visible parce que les stromas noirs quelque peu brillants sont encerclés de zones jaune orangé (figure 80). L'infection se développe au cours de périodes de forte humidité peu de temps après que les feuilles aient atteint leur taille maximale. Des zones vert clair puis jaune-vert apparaissent sur la face supérieure de la feuille. Les stromas noirs se forment plus tard au cours de la saison. La face inférieure de la feuille brunit sous une tache goudronneuse noire, alors que dans le cas de la tache goudronneuse ponctuée, elle reste jaune.

Chancres et pourriture chancreuse

Chancres

Les chancres aux troncs sont des zones mortes localisées dans l'écorce externe et interne. Dans plusieurs cas, les chancres affectent aussi le bois. Ils sont causés par des

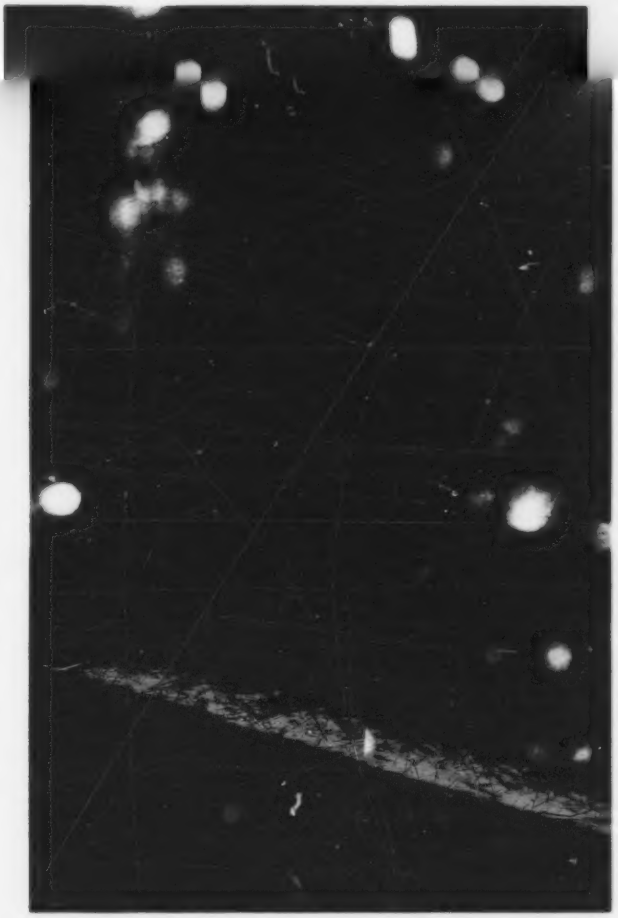


Figure 82 – Chancre eutypelléen sur un petit érable à sucre. Remarquer la difformité de la tige et les nombreuses fructifications noires du champignon se développant sur l'écorce qui adhère encore au chancre.

champignons qui infectent les arbres par l'entremise de blessures infligées à l'écorce. Certains de ces champignons envahissent à plusieurs reprises l'écorce interne vivante et le cambium, les font mourir et forment des chancres persistants. Dans les chancres persistants (perennants), des tissus de cicatrisation (cal) se développent autour de la zone touchée, provoquant une distorsion de la tige qui peut devenir importante avec le temps.

Les chancres aux troncs sont des maladies bien visibles étant donné qu'ils déforment généralement la partie inférieure du tronc et le rendent impropre à l'entaillage. Les chancres eux-mêmes sont fréquemment des points d'entrée de champignons de carie. Ils créent en plus des points faibles où les arbres se brisent ou cassent très souvent. Les arbres touchés doivent être enlevés dans la mesure où cela ne provoque pas une large ouverture dans le couvert forestier ce qui, comme nous l'avons mentionné plus tôt, encouragerait la venue d'une végétation indésirable ou favoriserait un dessèchement excessif du sol.

Chancre eutypelléen - Les jeunes chancres eutypelléens (*Eutypella parasitica*) sont surtout visibles sur les arbres

Figure 83 – Chancre eutypelléen typique sur un gros érable à sucre. Des carpophores (recouverts de mousse verte) du champignon de carie *Oxyporus populinus* sont visibles au centre du chancre.

mesurant moins de 15 cm (6 po) de d.h.p. Ils prennent la forme de zones enfoncées ou aplaties avec une écorce encore solidement attachée. Un cal important (nouveau tissu ligneux épaissi) se développant sous l'écorce autour de la zone aplatie est normalement visible chez ce chancre. Des coussinets de mycelium blanc ou beige sont présents sous l'écorce du cal, surtout à la partie supérieure et inférieure du chancre. Il y a souvent un chicot de branche au centre du chancre. Les grosses tiges se déforment de façon importante à la suite de l'alternance de développement du champignon et du cal (figure 82). L'écorce adhère au chancre pendant plusieurs années même lorsque la partie de la tige sous l'écorce est bien pourrie. Dans le cas des gros arbres âgés, les chancres peuvent atteindre 1,5 m (5 pi) de longueur (figure 83).

Cinq à six ans après l'infection, le champignon produit de nombreuses et minuscules fructifications noires (périthèces), en forme de poires avec un col allongé, qui sortent à travers l'écorce. Ils apparaissent d'abord au centre du chancre. Ces structures libèrent des spores qui peuvent propager la maladie.

Des champignons de carie entrent fréquemment dans la tige par l'écorce morte du chancre. L'*Oxyporus populinus* (autrefois *Fomes connatus*) cause une grave carie du coeur de l'érable à sucre et est fréquemment associé au chancre eutypelléen. Les carpophores blancs (fructifications) de ce champignon de carie, en forme de console ou de saillie, sont dans plusieurs cas recouverts d'une mousse verte. Ils sont quasiment une caractéristique des vieux chancres eutypelléens (figure 83).

Les arbres mesurant 10 cm (4 po) ou moins de d.h.p. sont souvent annelés et tués par cette maladie. Sur les arbres plus gros, la vitesse de croissance latérale du champignon n'est pas assez rapide pour anneler la tige. Par conséquent, le chancre s'installe en quelque sorte en permanence. La majorité des chancres sont situés à moins de 3 m (10 pi) du sol. Normalement, un à quatre pour cent des arbres d'un peuplement sont touchés bien que certains peuplements puissent être davantage endommagés que d'autres. La malformation causée par le chancre (et la carie qui l'accompagne dans plusieurs cas) rend le tronc vulnérable au bris par le vent et en limite souvent les possibilités d'entaillage.

La lutte contre le chancre eutypelléen est facile à réaliser. Il faut simplement enlever les arbres ayant des chancres parce qu'ils sont une source d'infection. Dans les peuplements traités de cette façon les dégâts causés par cette maladie seront minimes.

Chancre nectrien - Le chancre nectrien (*Nectria galligena*) est l'une des maladies des feuillus les plus répandues en Amérique du Nord. Il touche plus de 60 essences d'arbres et d'arbustes. Dans les peuplements de feuillus septentrionaux, les essences les plus touchées sont le bouleau blanc, le bouleau jaune, l'érable rouge, l'érable à sucre, les chênes et le peuplier faux-tremble.

Les chancres d'un ou de deux ans ont la forme de zones foncées, aplaties ou enfoncées que l'on retrouve sur des branches ou des tiges à écorce lisse. Ces jeunes chancres peuvent être difficiles à découvrir. Le chancre nectrien diffère du chancre eutypelléen en ce que l'écorce morte qui le recouvre se détache rapidement et met à nu des crêtes concentriques de tissu de cicatrisation. Étant donné que ces crêtes ressemblent à une cible, les chancres nectriens sont quelquefois appelés «chancres en cible» (figure 84). Les crêtes concentriques sont formées par l'alternance de l'extension annuelle du champignon dans l'écorce saine environnante durant la période de dormance de l'arbre et la formation de cals autour de la zone nouvellement infestée au cours de la saison de croissance suivante. Étant donné que le chancre grossit lentement, il est rare qu'il annèle le tronc et provoque la mort de l'arbre.

Les fructifications (périthèces) du champignon pathogène apparaissent généralement à l'automne au rebord des chancres. Elles vont du rouge vif à l'orange rougeâtre, ont une forme sphérique et mesurent 0,5 mm (0,02 po) ou moins de diamètre. Les spores qui propagent la maladie sont produites dans ces périthèces. Lorsqu'ils se manifestent en grande quantité, ils ressemblent à des taches rouges si on les observe à l'oeil nu. Il faut toutefois avoir

Figure 84 – Un chancre nectrien en forme de cible sur le tronc d'un érable à sucre.

Figure 85 – De nombreuses jeunes fructifications rose orangé du champignon du dépérissement nectrien se développant sur l'écorce morte d'un érable de Norvège.

recours à une loupe pour bien les identifier. Le chancre nectrien ne fait pas pourrir le bois, et le bois derrière un chancre est normalement sain sauf s'il est aussi infecté d'un champignon de carie.

On sait que les chancres nectriens s'attaquent davantage au bouleau qu'à l'érable, et qu'ils réduisent sensiblement la longévité de tout arbre en augmentant sa vulnérabilité à la carie. L'infection se produit principalement dans les petites blessures des jeunes arbres. Au moment de procéder à des éclaircies, l'enlèvement des arbres touchés aura pour effet de diminuer de beaucoup l'importance de la maladie. Les peuplements établis dans des sites peu fertiles sont ceux qui sont les plus susceptibles d'être gravement affectés par ces chancres.

Dépérissement nectrien - Le dépérissement nectrien (*Nectria cinnabarina*) est bien répandu sur les érables à sucre et autres feuillus. Il ne s'attaque normalement qu'aux branches et aux rameaux morts mais il peut aussi faire mourir les branches et les tiges des jeunes arbres affaiblis par le gel, la sécheresse ou une blessure mécanique. Il est répandu et bien visible.

Le champignon infecte les bourgeons morts et les petites branches blessées par la grêle, le gel ou l'action des insectes. Sa présence est particulièrement importante sur les arbres qui ont subi un stress dû à la sécheresse ou à d'autres facteurs environnementaux. Le degré de stress de l'hôte détermine la rapidité d'évolution du champignon. Celui-ci fait mourir la jeune écorce qui noircit rapidement, produisant autour de l'infection un chancre aplati ou enfoncé sur la branche. Le champignon se développe surtout lorsque l'arbre est en dormance et qu'il produit ses fructifications distinctives à la fin du printemps ou au début de l'été.

De nombreuses fructifications (sporodochies) en coussinets, mesurant 0,5 à 1,5 mm (0,05 à 0,1 po) de diamètre, se développent partout sur l'écorce morte (figure 85). Elles varient de la couleur chair au début, à un rose orangé, puis deviendront brunes ou quasi noires. À ce stade asexué, le champignon produit des spores en abondance. Vers la fin de l'été et au cours de l'automne, des groupes de petites pustules rouges apparaissent aussi parmi les fructifications noires produites antérieurement. Ces périthèces rouges correspondent au stade sexué du champignon. On retrouve fréquemment les deux stades sur un même rameau. Les

Figure 86 – Fructifications noires de *Stegonsporium ovatum* sur la partie morte d'une branche d'érable à sucre (photo: Vermont Bureau of Forestry).

Figure 87 – Plusieurs chancres annuels sur la tige d'un érable à sucre (photo: Pennsylvania State University).

spores des deux stades peuvent infecter des blessures fraîches.

Le dépérissement nectrien est considéré comme une maladie «annuelle». L'arbre hôte reprend habituellement assez de vigueur au cours de la saison de croissance pour bloquer une invasion ultérieure des nouveaux tissus. Le fait de maintenir la vigueur des arbres devrait suffire comme moyen de lutte dans les peuplements forestiers.

Le *Stegonsporium ovatum* est un autre champignon répandu qui affecte les branches mourantes et mortes de l'érable (figure 86). Il produit des fructifications noires sur les branches des arbres qui ont subi des stress, particulièrement à la suite d'une défoliation. Le *Stegonsporium* semble hâter le dépérissement des branches qui ont subi un stress.

Chancre de l'érable - Ce chancre annuel que l'on retrouve à l'occasion en grand nombre sur l'érable à sucre apparaît d'abord comme une zone enfoncée sur les tiges ou les branches. Sous ces zones enfoncées, le cambium est mort. Lorsqu'un tissu de cicatrisation se produit autour de la zone morte, l'écorce enfoncée se détache, mettant à nu le bois sous-jacent. La formation d'un autre cal peut fermer complètement la lésion et une écorce normale peut se former à nouveau au cours d'une seule saison de croissance.

Ces chancres lentiformes peuvent mesurer de 1 cm (0,5 po) à plusieurs mètres (pieds) de longueur et de 1 à 20 cm (0,5 à 8 po) de largeur (figure 87). Ils offrent des points d'entrée aux organismes secondaires causant des colorations et des caries. On a observé des chancres semblables sur l'érable rouge, le cerisier tardif, le chêne rouge et le frêne d'Amérique.

Les chancres se produisent entre la fin de l'automne et le début du printemps (au cours de la période de dormance). On croit qu'une espèce de *Fusarium*, probablement le *F. solani*, est l'organisme pathogène. Ce champignon est un habitant connu du sol et de l'écorce saine des arbres; il semble infecter les blessures de l'écorce qui atteignent le cambium. Les arbres touchés sont ceux ayant subi un stress à la suite de tempêtes, de chutes soudaines de température ou de blessures d'insectes. La croissance de l'arbre n'est normalement pas ralentie et les lésions se referment après une bonne saison de croissance.

Figure 88 – Carpophore du *Ganoderma applanatum* (champignon des artistes) sur le fût d'un érable à sucre.

Pourriture chancreuse

La pourriture chancreuse cause une déformation persistante des tiges des arbres semblable à celle causée par les chancres. Certains champignons de carie en sont à l'origine et ils peuvent aussi faire mourir l'écorce interne (phloème) et le cambium. La majorité des champignons de pourriture chancreuse entrent dans les troncs par des blessures et produisent des chancres en faisant mourir l'écorce qui les recouvre et en infectant le bois sous-jacent. Après avoir fait pourrir le bois à la blessure d'origine, certaines pourritures chancreuses forment une masse de tissu fongique qui s'étend lentement dans l'écorce, fait mourir le cambium adjacent et réinfecte ensuite le bois sous-jacent. Ces chancres s'agrandissent chaque fois que le processus se répète.

Inonotus glomeratus - Autrefois appelé *Polyporus glomeratus*, ce champignon de l'érable à sucre cause une pourriture chancreuse assez répandue. Ce serait le plus important champignon de carie de l'érable à sucre en Ontario, étant à l'origine de 40 pour cent des pertes de volume. On le retrouve également sur l'érable rouge et le hêtre.

Les blessures et les chicots de branches constituent les principaux points d'entrée du champignon. Une fois que la carie est avancée dans la tige, le champignon produit une épaisse masse de tissu stérile qui s'étend sur la blessure ou autour du chicot. Ce tissu devient rapidement noir, croûteux et fissuré. Le chancre, de forme irrégulière, devient généralement allongé avec des rebords surélevés.

Les pourritures chancreuses ne produisent des carpophores fertiles qu'après la mort de l'arbre. Elles ne peuvent pas être éliminées des forêts mais en conservant les arbres en santé et exempts de blessures et en enlevant les arbres infectés, on devrait être en mesure de réduire l'incidence de ces maladies.

Carie du tronc et des racines

La carie interne du tronc et des racines est invisible. Elle se développe lentement dans les arbres et ce n'est qu'après de nombreuses années que l'on peut déceler sa présence. Une fois visible, il est trop tard pour prévenir les dommages. Quelquefois, les premiers indices sont des carpophores apparaissant sur les troncs et les racines. On ne soupçonne souvent même pas la carie avant que des groupes d'arbres commencent à dépérir. Le cas échéant, la carie est très répandue à l'intérieur des troncs ou des racines. Une fois que les arbres sont gravement atteints, le seul remède est de les enlever. L'unique moyen de prévenir la carie du tronc et des racines est de veiller à ce que les activités forestières causent le moins grand nombre possible de blessures et surtout de blessures graves aux arbres qui sont encore en place.

Carie du tronc

Les champignons de carie du tronc s'introduisent par les branches mortes, les chicots, les chancres et autres blessures qui mettent le bois à nu. Les spores de ces champignons de carie sont communes et abondantes en forêt. Une fois qu'un champignon de carie a réussi à infecter le tronc d'un arbre, il progresse et ne peut pas être contrôlé. Toutefois, le taux de croissance de l'arbre ne sera pas sensiblement ralenti, sauf si le champignon attaque aussi les racines. On ne peut facilement déceler les dégâts qu'après que la carie se soit bien répandue à l'intérieur de l'arbre.

Les arbres pourris peuvent se briser et tomber, créant de larges ouvertures dans le couvert du peuplement. Les activités acéricoles peuvent être perturbées si des arbres bons producteurs de sève meurent prématurément à cause de bris de tige ou d'une carie importante.

Quelques champignons communs de carie

Ganoderma applanatum - Appelé autrefois *Fomes applanatus*, ce champignon s'attaque principalement au peuplier faux-tremble mort ou vivant, au tilleul, au hêtre, au bouleau, au cerisier, à l'orme, à l'érable, au chêne et au peuplier. Son carpophore, commun et facile à reconnaître, présente une forme semi-circulaire, en console ou saillie, et sa texture s'apparente à celle du bois (figure 88). Un carpophore peut

Figure 89 – Le champignon des artistes sur une bille d'érable à sucre. Remarquer les dépôts bruns de ses spores à sa partie supérieure et sur les feuilles voisines.

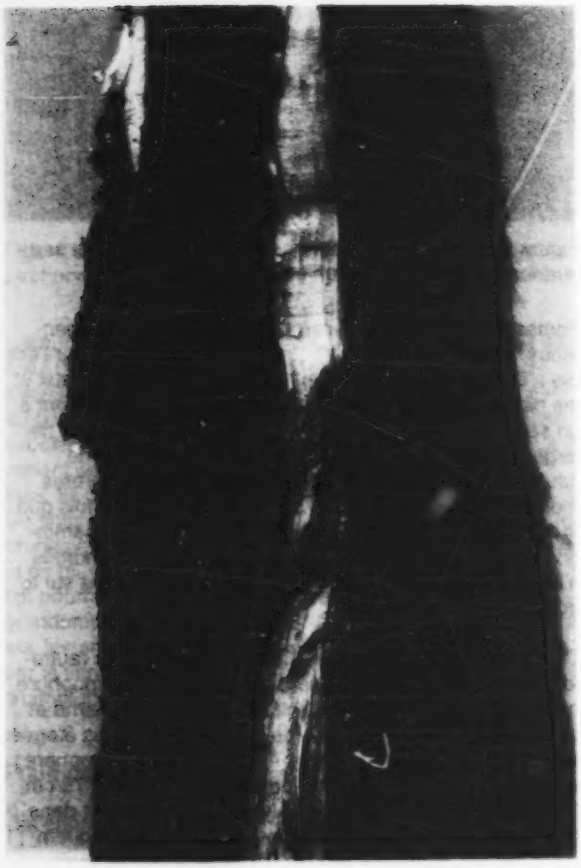


Figure 90 – Grume d'érable rouge fendue laissant apparaître un carpophore d'*Oxyporus populinus* (à droite) et la carie causée par ce champignon s'étendant au-dessus et au-dessous du carpophore.

Figure 91 – Carpophores d'un *Oxyporus populinus* dans une fente sur un tronc d'érable à sucre.

vivre pendant une période de cinq à dix ans. Chaque année, une nouvelle couche de tubes sporifères recouvre la précédente. La surface blanche de cette couche et la nouvelle bordure de croissance visible à la partie supérieure du carpophore contrastent avec les parties plus vieilles qui varient du brun foncé au gris. Lorsqu'elle est éraflée ou rayée, la couche blanche de ce champignon brunit sur-le-champ. C'est pour cette raison que le *G. applanatum* est connu sous le nom de «champignon des artistes». Certains carpophores peuvent atteindre plus de 1 m (3 pi) de largeur.

Du printemps à l'automne, ces carpophores libèrent des spores à profusion. Celles-ci sont transportées par les courants d'air et elles forment quelquefois des dépôts bruns bien visibles sur la face supérieure des carpophores ou à proximité (figure 89). Le rapport entre les blessures de l'arbre et l'infection par ce champignon a été abondamment traité dans plusieurs ouvrages. Au moment où le carpophore se forme, le tronc est très carié et il peut se briser au premier vent violent ou à la première tempête de verglas.

Oxyporus populinus - L'*O. populinus*, appelé autrefois *Fomes connatus*, est un autre important agent de pourriture de l'érable à sucre et de l'érable rouge. On le retrouve principalement sur le frêne, le peuplier faux-tremble, le tilleul, le bouleau, le hêtre et l'orme. Comme dans le cas d'autres organismes de carie, l'infection se produit dans les blessures suffisamment profondes pour mettre le bois à nu. La carie qui en résulte s'étend rarement à plus de 1 m (3 pi) au-dessus ou au-dessous des carpophores (figure 90). Ceux-ci apparaissent fréquemment groupés à l'intérieur de vieilles blessures, dans les fissures (figure 91) ou au centre de chancres eutypelléens (figure 83) ou nectriens. Les carpophores, de formes irrégulières, sont blancs, spongieux et étagés; ils mesurent rarement plus de 15 cm (6 po) de diamètre. Habituellement, une mousse verte pousse sur leur face supérieure (figures 83 et 92).

Figure 92 – Carpophores typiques d'un *Oxyporus populinus*, de forme étagée et recouverts d'une mousse verte, à la base d'un érable à sucre.

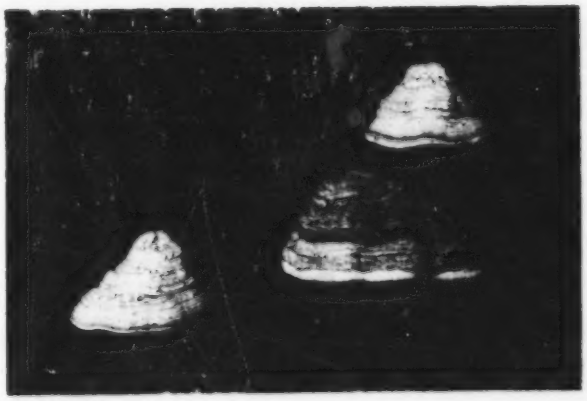


Figure 93 – Carpophore, «l'amadouvier» du *Fomes fomentarius*.

Figure 94 – Gros carpophore charnu du *Climacodon septentrionalis* sur le tronc d'un érable à sucre.

Fomes fomentarius - Les carpophores du *Fomes fomentarius*, appelé «amadouvier», peuvent se retrouver sur l'érable à sucre mais ils sont plus répandus sur les bouleaux et les hêtres. Ils sont persistants et ligneux, et ressemblent à un sabot de cheval; ils mesurent environ 10 cm (4 po) de largeur, sont relativement épais et leur surface est de couleur grise (figure 93). On les retrouve sur des arbres morts ou sur la partie morte d'arbres vivants. Une fois que la carie s'est propagée à l'intérieur d'un arbre, le champignon produit des carpophores sur la tige en des endroits n'ayant aucun rapport avec l'existence de blessures sur le tronc.

Climacodon septentrionalis - Le *C. septentrionalis* (autrefois, *Steccherinum septentrionale*) est un gros carpophore que l'on retrouve à l'occasion sur l'érable. Il est charnu et blanc crème, et est composé de grappes de saillies étagées les unes au-dessus des autres (figure 94). Le carpophore entier peut mesurer 30 cm (1 pi) de largeur et 60 à 75 cm (25 à 30 po) de longueur. Le champignon s'introduit dans l'arbre par des blessures, des fissures et moins fréquemment par des branches mortes. Il cause une pourriture spongieuse blanche avec des lignes de délimitation noires lorsque la carie est avancée. La carie est largement répandue dans l'arbre au moment de l'apparition des carpophores.

Figure 95 – Gros carpophore de couleur soufre orange du *Laetiporus sulphureus*.

Laetiporus sulfureus - Un autre carpophore bien visible est celui produit par le *L. sulfureus* (autrefois *Polyporus sulfureus*). Des grappes de carpophores étagés apparaissent, au cours de l'été ou au début de l'automne, sur les arbres infectés (figure 95). Les carpophores sont mous, charnus et varient de soufre orangé au rose saumon lorsqu'ils sont frais. Ils peuvent mesurer 20 à 30 cm (8 à 12 po) de largeur. Ce champignon cause une des plus importantes pourritures brunes de l'érable, du frêne, du hêtre, du cerisier, du chêne et de plusieurs autres feuillus et conifères. Le *L. sulfureus* fait pourrir les racines, les souches et les troncs. Il réduit grandement la résistance du bois de sorte qu'une fois infectés, les arbres sont vulnérables au bris et au déracinement par le vent. On ne connaît pas les points d'infection de ce champignon.

Pourridié et pourriture de souche

Les champignons pourridié et de pourriture de souche peuvent sensiblement ralentir la croissance des arbres touchés. Les exemples donnés ci-dessous sont les pourritures les plus répandues et les plus dommageables qui affectent l'érable à sucre.

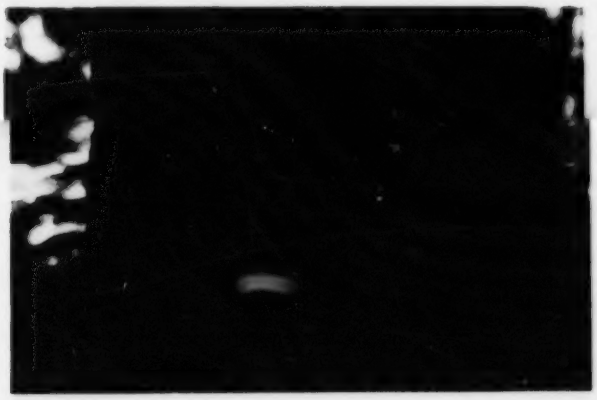


Figure 96 – Coussinet fongique blanc de l'armillaire sous l'écorce d'un érable à sucre malade.

Pourridié-agaric - Le pourridié-agaric ou la pourriture par l'armillaire (*Armillaria* sp.) est l'une des maladies les plus destructrices qui touchent les racines et les souches de la majorité des essences d'arbres, tant les conifères que les feuillus. Une infection par l'armillaire peut rapidement faire mourir l'arbre, en retarder la croissance ou en accroître la vulnérabilité au déracinement par le vent. En règle générale, la carie proprement dite n'est pas étendue dans les arbres vivants mais elle se propage rapidement lorsque l'arbre meurt. L'armillaire peut infecter le système racinaire sain des arbres subissant un stress et s'y établir. De nombreux gros arbres peuvent subséquemment mourir soudainement à la suite de graves stress comme des sécheresses répétitives ou d'importantes défoliations. Lorsque le stress diminue, plusieurs arbres parviennent à maîtriser la propagation du champignon, tout en reprenant de la vigueur. Il y a plus de risques d'infection lorsqu'un arbre se trouve à proximité de souches de feuillus déjà infectées qui servent de sources d'alimentation au champignon. Celui-ci se propage des arbres malades aux arbres voisins par contact entre racines ou par le truchement de structures fongiques appelées rhizomorphes qui pénètrent l'écorce saine d'arbres subissant un stress. Ces rhizomorphes noirs ont la forme de cordons et croissent librement dans le sol aussi longtemps qu'ils restent attachés aux souches ou aux racines qui leur servent de bases alimentaires. Une fois que l'infection est installée, le champignon se propage sous l'écorce dans la zone cambiale et produit une couche de tissus fongique blanc (figure 96). Lorsque les conditions sont favorables, le champignon se propage aux autres racines et monte jusqu'au collet de la souche où il peut anneler l'arbre. Normalement, à ce stade, la carie du bois est minime. Une réduction sensible de la croissance et l'apparition de symptômes sur la cime (feuilles plus petites et plus pâles que la normale ou dessèchement des branches) se manifesteront seulement lorsque plus de la moitié du système racinaire sera mort. Lorsqu'un arbre meurt, la couche de tissu fongique blanc sous l'écorce est rapidement remplacé par des rhizomorphes (figure 97) et la carie atteint le stade actif. Le système racinaire des souches ou des arbres morts peut fournir à l'armillaire l'énergie alimentaire nécessaire à sa survie pendant dix ans, lui permettant de produire des rhizomorphes et d'infecter les arbres voisins affaiblis par un stress.

Figure 97 – Des rhizomorphes (structures noires ressemblant à des cordons) de l'armillaire sous l'écorce morte d'un érable à sucre.

Figure 98 – Champignons à chapeaux de l'armillaire couleur de miel ou tête de méduse.

Cet organisme produit un champignon à chapeau comestible de couleur miel (figure 98). La tige centrale mesure 5 à 10 cm (2 à 4 po) de longueur et est habituellement garnie d'un anneau à la partie supérieure. Le chapeau brun jaunâtre mesure 3 à 10 cm (1 à 4 po) de diamètre. À la fin de l'été, des groupes de cinq à dix champignons poussent sur les souches mortes. On peut retrouver aussi ces champignons comestibles sur les racines d'arbres infectés ou directement sur le sol, mais ils sont dans tous les cas rattachés à une racine sous-jacente infectée.

Si on veut faire la lutte au pourridié-agaric, il faut maintenir les peuplements aussi vigoureux que possible. Dans la plupart des cas, il est justifié de faire aussi la lutte aux grandes populations d'insectes défoliateurs. Il faut éviter de blesser mécaniquement les racines et de tasser le sol. Des expériences ont démontré que le brûlage partiel ou l'écorçage et le déchiquetage des souches infectées accélèrent

Figure 99 – Stromas (tissus fongiques durs) de *Hypoxylon deustum* variant du brun au noir sur un érable à sucre.

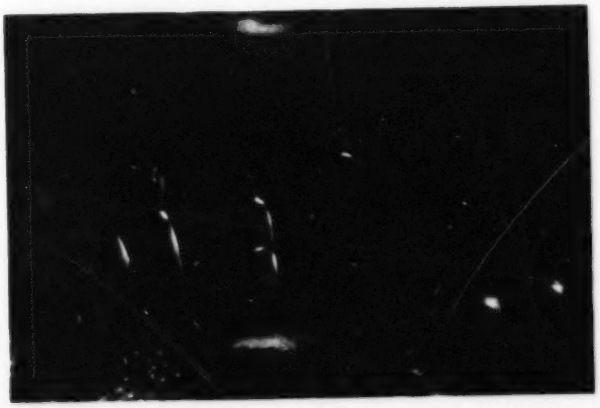


Figure 100 – Fructifications en forme de doigts du *Xylaria polymorpha*.

leur pourriture réduisant ainsi leur potentiel alimentaire. Toutefois, on ne peut pas faire grand chose pour combattre la sécheresse qui semble être l'un des principaux facteurs de stress qui accroissent la vulnérabilité à l'infection.

Pourridié hypoxylonien - Le champignon *Hypoxylon deustum* Grev. (autrefois *Ustulina vulgaris*), causant la pourriture des racines et des souches, infecte les arbres par le biais des blessures mécaniques infligées aux souches et aux grosses racines. Il se propage aussi des souches-mères aux rejets. Bien qu'il cause, jusqu'à un certain point, de la carie de souche et du pourridié chez les arbres vivants, ce champignon est important surtout comme organisme de carie du bois dans les arbres morts ou abattus. Il forme de grosses masses de tissu à proximité de la blessure d'origine ou sur la surface coupée des souches. Ces masses de tissu fongique sont d'abord grises et ont l'aspect du cuir mais elles deviennent vite noires et friables (figure 99). De minuscules fructifications se développent par la suite dans ce tissu. Le *H. deustum* s'attaque à l'érable à sucre et à l'érable rouge, au frêne, au tilleul, au hêtre, au bouleau et à plusieurs chênes.

Bien que très répandu dans les érablières, ce champignon n'est pas très nocif. En réduisant le nombre de blessures

importantes à la base des arbres ou sur les grosses racines, on devrait diminuer son importance dans un peuplement.

Pourridié xylarien - Une autre maladie de l'érable à sucre, le pourridié xylarien (*Xylaria polymorpha*) est quelquefois confondu avec le pourridié hypoxylonien. Le *Xylaria* cause un pourridié particulièrement chez les arbres ayant subi un stress. On le reconnaît à l'enveloppe mycéliale noire qui se développe sur les racines en train de pourrir. À la fin de l'été ou au début de l'automne, des groupes de fructifications, variant du gris au noir, en forme de doigts ou de gourdins mesurant 3 à 5 cm (1 à 2 po) de hauteur, se développent sur de grosses racines ou sur des souches infectées (figure 100). L'aspect de ces fructifications leur a valu le nom commun de «doigts noirs». Au-dessus du sol, les symptômes d'infection se manifestent par le ralentissement de la croissance et par un feuillage chlorotique, clairsemé et rabougri. Ils apparaissent lorsque l'infection est grave. Un arbre peut avoir des symptômes d'un seul côté de la cime s'il n'a qu'une seule grosse racine infectée.

Figure 101 – La flétrissure verticillienne s'attaque aux érables à sucre en milieu urbain et ne constitue pas normalement un problème grave dans les érablières. Des parties de la cime de l'arbre malade peuvent flétrir soudainement et mourir, au moment où le système conducteur de la sève est infecté par cet organisme pathogène (photo: Pennsylvania State University).

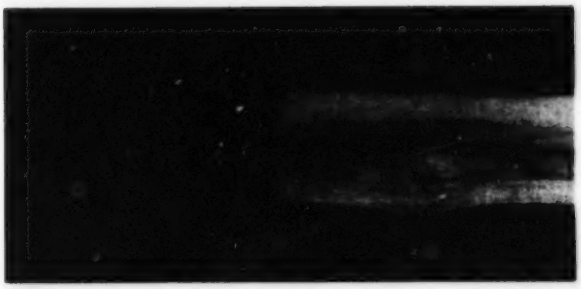


Figure 102 – Des stries vertes dans l'aubier sont caractéristiques de la flétrissure verticillienne (photo: Cornell University).

Maladies vasculaires

Flétrissure verticillienne (*Verticillium albo-atrum*)

Normalement, les maladies du système vasculaire (qui distribue l'eau) de l'arbre ne sont répandues ni dans les forêts ni dans les érablières. Par exemple, la flétrissure verticillienne cause des dégâts surtout aux arbres d'ombrage des villes. L'organisme pathogène est un champignon persistant dans le sol. Les arbres vulnérables peuvent devenir infectés s'ils sont plantés à l'endroit où on a enlevé des arbres malades. Le champignon peut aussi être transmis d'un arbre à l'autre par les outils servant à l'élagage. Il est donc peu probable que la flétrissure verticillienne devienne un grave problème en milieu forestier. Toutefois, dans l'érablière, l'organisme pathogène peut être transporté d'un arbre malade à un arbre sain au moment de l'entaillage surtout lorsqu'on entaille aussi des arbres infectés situés à proximité des routes ou des maisons. Étant donné que l'organisme est présent dans le sol, il se peut que l'infection se transmette également par des blessures infligées aux racines et à la tige.

Le feuillage des arbres malades peut brusquement flétrir à un moment ou l'autre au cours de la saison de croissance. On peut déceler des symptômes sur quelques branches, sur des parties de la cime (figure 101) ou sur toute la cime. Les arbres dont seulement une petite partie de la cime est touchée peuvent récupérer. Dans le cas où une grande partie ou la totalité de la cime est affectée, le taux de mortalité sera élevé. La mort de ces arbres est souvent très rapide. Des coupes transversales de la tige laissent voir des taches ou des bandes circulaires partielles ou complètes de décoloration vert foncé touchant à un ou plusieurs cernes, ou couches d'accroissement (figure 102). Les stries décolorées peuvent être limitées au tronc ou s'étendre jusqu'aux extrémités des branches flétries.

Maladie de la coloration de l'aubier (*Ceratocystis coerulescens*)

La maladie de la coloration de l'aubier peut représenter un grave problème dans l'érablière. L'organisme pathogène est l'un des champignons de coloration les plus répandus touchant les troncs et les billes des feuillus septentrionaux.

Figure 103 – Des blessures infligées aux racines et à la partie inférieure de la tige au moment du débusquage ou du transport de la sève permettent au champignon de la maladie de la coloration de l'aubier d'entrer dans le système conducteur de la sève de l'arbre.

Il peut s'introduire dans les arbres blessés et les faire mourir. Les principales voies d'infection sont les blessures infligées aux racines et aux souches des arbres par les activités de débusquage ou de transport de la sève (figure 103). À partir d'observations récentes, on croit que les souches coupées lors d'une éclaircie pratiquée dans un peuplement constitué de nombreux rejets pourraient constituer une autre voie d'infection (figure 104). Les épidémies de la maladie de la coloration de l'aubier ont sans cesse été associées aux activités de débusquage ou d'acériculture. Il n'y a aucune preuve que les branches brisées, les blessures causées par les insectes ou même les entailles puisse favoriser l'infection.

Une cime clairsemée est généralement le premier indice que l'érable à sucre est atteint de la maladie de la coloration de l'aubier. Dans plusieurs cas, les feuilles sont au moins deux fois plus petites que la normale (figure 105). Quelquefois, l'arbre meurt subitement. De fait, des arbres qui ne présentent aucun symptôme une saison donnée peuvent ne pas faire de feuillage l'année suivante; d'autres peuvent mourir à l'intérieur d'une année. Par contre, certains arbres peuvent subsister pendant plusieurs années, dépérissant peu à peu avant de mourir. Certains peuvent même récupérer.

L'aubier des grosses racines et de la souche des arbres infectés présente une coloration et une forme tout à fait particulières. Le bois coloré fraîchement exposé est humide et les copeaux produits par une perceuse dans ce bois sont colorés et d'une consistance poudreuse comparativement aux copeaux blancs et propres provenant d'un bois sain. La coloration est d'un vert jaunâtre et est délimitée par une mince bordure vert foncé (figure 106). Elle présente des stries ou des mouchetures rougeâtres quand elle est fraîche. Aussitôt exposée à l'air, la coloration devient plus foncée et les mouchetures rouges s'atténuent. Par la suite, la coloration foncée pâlit et devient brun clair. Dans les coupes transversales, cette coloration semble se propager vers l'extérieur en direction de l'écorce (figure 106). Des chancres se développent là où le cambium entre en contact avec la colonne de coloration grandissante.

Figure 104 – Les arbres peuvent être infectés par la maladie de la coloration de l'aubier par l'entremise d'une blessure créée à la souche lorsqu'un rejet y est coupé.

La majorité des arbres touchés par la maladie de la coloration de l'aubier sont situés le long des chemins servant au transport des grumes ou de la sève. Plus le chemin est utilisé, plus les arbres adjacents risquent d'être meurtris. On a remarqué un plus grand nombre d'arbres malades dans les érablières où on utilise des seaux plutôt qu'un système de tubulure. Cette situation reflète le grand nombre de blessures infligées au cours des nombreux déplacements effectués pour récolter la sève.

Les arbres atteints de la maladie de la coloration de l'aubier sont fréquemment regroupés, quelquefois à proximité de la cabane à sucre (figure 107). Cela peut être attribuable à l'agent pathogène transmis des arbres malades aux arbres sains par des organismes du sol (insectes, myriapodes et autres), aux blessures infligées à des groupes d'arbres à des moments précis, ou aux interactions avec d'autres agents pathogènes racinaires connus pour attaquer et faire mourir les arbres en groupe. À peu près tous les arbres qui sont morts à la suite de la maladie de la coloration de l'aubier sont aussi gravement attaqués par un ou plusieurs

Figure 105 – Symptômes précoces de la maladie de la coloration de l'aubier: de petites feuilles formant une cime allégée.

champignons racinaires (l'armillaire ou le *Xylaria*) (figures 100 et 108).

Étant donné que le champignon de la coloration de l'aubier peut fréquemment croître et produire des spores aux extrémités des billes coupées des arbres infectés, le fait d'empiler les billes de tels arbres à proximité de la cabane à sucre peut favoriser l'accumulation de fortes concentrations d'inoculum (spores et autres matières fongiques qui peuvent répandre la maladie). Comme ces accumulations peuvent accroître les risques d'infection dans les arbres voisins, le bois de chauffage provenant d'arbres morts de la maladie de la coloration de l'aubier doit rapidement être enlevé de l'érablière et utilisé ailleurs.

La lutte contre les maladies vasculaires doit être centrée sur la réduction des blessures aux racines, au collet des racines et à la partie inférieure du tronc et sur la prévention de la multiplication des organismes pathogènes vasculaires et des agents pathogènes racinaires souvent associés.

Dans les cas de la maladie de la coloration de l'aubier et de la flétrissure verticillienne, il est de la plus haute importance d'éviter les blessures aux racines et à la partie inférieure de

Figure 106 – La maladie de la coloration de l'aubier tire son nom de la forme caractéristique de la coloration qu'elle cause à l'aubier des racines et à la partie inférieure des arbres.

la tige au moment de la récolte de la sève, du débardage ou du transport des grumes. On peut éviter les blessures en utilisant, à chaque année, les mêmes chemins bien situées, les plus petites machines possibles ainsi qu'un système de tubulure au lieu de seaux à sève. Ces mesures s'avèrent particulièrement importantes sur des pentes abruptes et glissantes. Étant donné que des dommages dûs au piétinement des vaches ou des chevaux ont aussi été associés à l'incidence de la maladie de la coloration de l'aubier, ces bêtes ne doivent pas aller dans l'érablière. Et, comme nous l'avons mentionné plus tôt, le fait d'enlever rapidement de l'érablière le bois provenant d'arbres infectés par la maladie de la coloration de l'aubier aidera à diminuer l'accumulation d'inoculum infectueux.

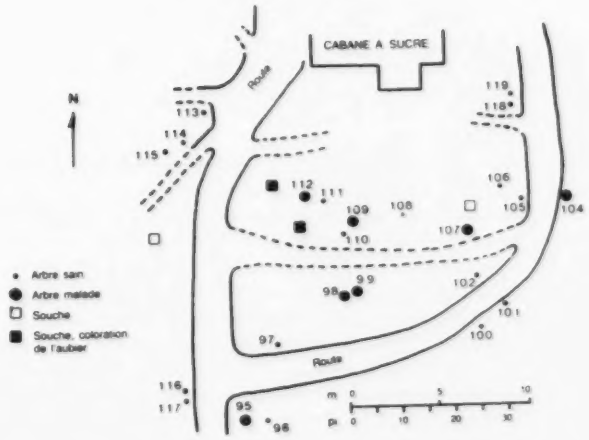


Figure 107 – La maladie de la coloration de l'aubier apparaît quelquefois dans des groupes d'arbres. À l'intérieur d'un groupe, par exemple les arbres croissants à proximité de la cabane à sucre, plusieurs auront subi des blessures à plusieurs reprises durant le transport de la sève ou du bois, avant d'être infectés.

Figure 108 – Coussinet blanc de mycelium de l'armillaire. Les racines d'arbres souffrant de la maladie de la coloration de l'aubier sont fréquemment attaquées par ce champignon qui les annelle et les fait mourir.

DÉGÂTS CAUSÉS PAR LES ANIMAUX

Animaux sauvages

Les animaux sauvages peuvent causer des problèmes aux acériculteurs et peuvent blesser les érables ou endommager le matériel et, à l'occasion, causer d'importantes pertes de temps et d'argent. Les propriétaires d'érablières se soucient fréquemment de l'effet des cervidés sur les semis et les gaulis d'érables à sucre qui formeront le futur peuplement car les bourgeons de ces semis et de ces gaulis peuvent composer une partie importante de leur régime alimentaire d'hiver. Des cervidés effrayés qui courent à travers une érablière peuvent détruire le système de collecte mais, en règle générale, ils causent peu de dégâts au matériel.

L'écureuil rouge et l'écureuil gris, le lièvre d'Amérique, le lapin à queue blanche, le porc-épic, le mulot et divers oiseaux s'alimentent quelquefois sur l'écorce, les bourgeons ou les rameaux de l'érable à sucre. Les dégâts qu'ils causent sont rarement graves bien qu'on ait déjà signalé d'importants dommages faits par les écureuils qui dépouillent l'écorce des racines près de la souche. Les écureuils et les tamias rayés peuvent également causer de grands et coûteux dommages en perçant et en mâchouillant la tubulure en plastique (figure 109). On ne sait pas ce qui attire ces bêtes vers la tubulure. Le sucre de la sève d'érable et le sel dont est enduit la tubulure au moment de sa fabrication, surtout le sel chloré déposé par des solutions de nettoyage, peuvent peut-être jouer un certain rôle. Les sels chlorés peuvent être enlevés en rinçant à fond le système de collecte avec une solution de nettoyage à faible concentration. La nouvelle tubulure produite par divers fabricants (une tubulure sans sel et dans laquelle aucune sève n'a encore circulée) attire aussi les écureuils. Les écureuils doivent peut-être, comme la majorité des rongeurs, ne pas cesser d'utiliser leurs dents pour empêcher qu'elles ne deviennent trop longues. La curiosité seule peut aussi suffire à attirer ces ravageurs vers des «objets étrangers». Une fois qu'ils y ont touché, les rongeurs s'attaquent non seulement aux tubes mais aussi aux chalumeaux, aux raccords et aux manchons d'accouplement.

Les dégâts causés par les rongeurs peuvent varier d'une région à l'autre et d'une année à l'autre mais une fois que le problème se manifeste, il est difficile de l'éliminer. Certains acériculteurs enduisent la tubulure et les accessoires à proximité des arbres de matières répugnantes comme un mélange de poivre de Cayenne et de vernis. De toute évidence, il faut veiller à ce que ces matières n'entrent pas en contact avec la sève. On a aussi eu recours à des appâts empoisonnés pour lutter contre les rongeurs. Toutefois, étant donné que l'utilisation de ces matières peut faire l'objet de certaines restrictions dans quelques états ou provinces, les acériculteurs doivent consulter les agences d'extermination de la vermine ou les agents officiels de protection du territoire avant d'agir.

Les campagnols des champs (mulots) peuvent causer des dégâts durant les années où leur population est élevée et où la concurrence alimentaire les force à se nourrir sur l'écorce mince des érables à sucre au stade de semis ou de

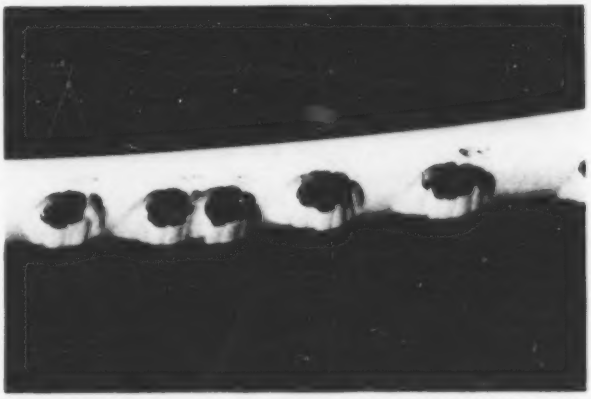


Figure 109 – Tube en plastique endommagé par les écureuils et les tamias rayés (suisses).

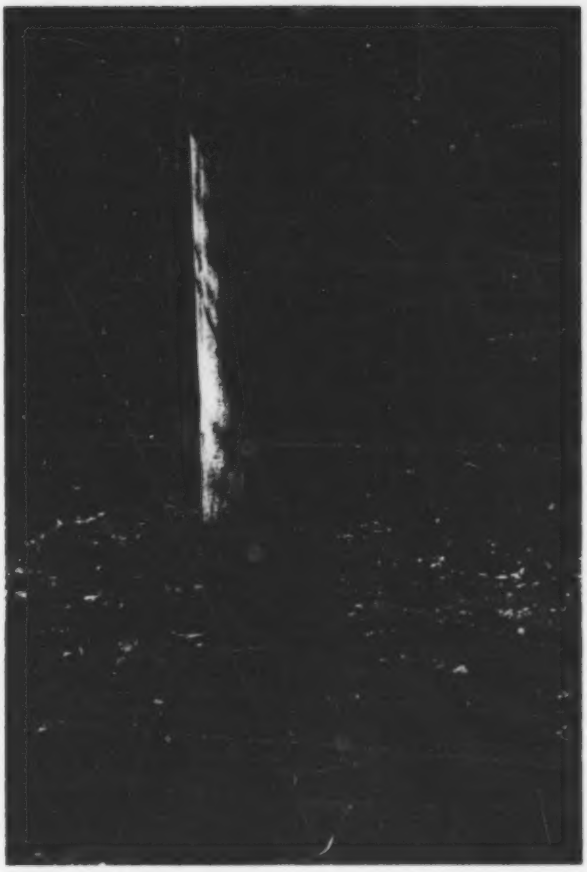


Figure 110 – Dégâts causés par un porc-épic à la base d'un érable à sucre. La zone foncée représente un dégât antérieur fait par ce même animal.

gaulis. Les plantations d'érables à sucre doivent être protégées contre ce type de dégâts. On peut ainsi placer des écrans métalliques de protection ou un grillage métallique à mailles de 6 mm (0,25 po) autour de la base de chaque tige pour empêcher ces animaux de s'alimenter de cette écorce. On peut aussi utiliser des appâts dont la formule commerciale est approuvée, là où des problèmes se posent. Étant donné qu'un couvert herbacé dense fournit un habitat idéal aux campagnols, en coupant l'herbe des champs adjacents à l'érablière, on parviendra ainsi à réduire leurs populations.

Les porcs-épics se nourrissent de l'écorce surtout durant la période hivernale mais ils sont également actifs pendant le reste de l'année. L'érable à sucre ne constitue pas leur nourriture préférée mais lorsque leur population est élevée, ils peuvent gravement endommager l'érable en rongeant l'écorce du tronc ou de grosses branches (figure 110). Cet animal n'a pas l'habitude de s'aventurer loin de son repaire. Lorsqu'il y a des dégâts dans une érablière, le meilleur moyen de lutter contre cette bête est de trouver le repaire et de tuer tous ses habitants. Il faut aussi détruire le repaire

Figure 111 – Racines d'érable à sucre endommagées et sol tassé dû au piétinement du bétail.

ou le boucher pour empêcher d'autres porcs-épics de s'en servir. Normalement, les repaires se trouvent dans de gros arbres creux ou de petites grottes et dans les murs de vieilles fondations.

Dans certains états et certaines provinces, il est permis d'utiliser des appâts empoisonnés pour éliminer les porcs-épics, ou encore de les chasser. Ailleurs, le porc-épic peut être protégé. Il est donc important de consulter les agents locaux de protection du territoire avant d'entreprendre quelque mesure que ce soit.

Animaux domestiques

La production de sève est réduite et les érables à sucre sont détériorés dans les érablières où le bétail broute modérément ou vigoureusement de façon continue. Cette situation est encore fréquente de nos jours. Les acériculteurs doivent prendre conscience que le pâturage peut réduire la vigueur, la longévité et la productivité d'une érablière. En outre, un pâturage sur une grande échelle pourra favoriser la croissance d'espèces de plantes indésirables.

Des dégâts mécaniques sont fréquemment causés aux systèmes racinaires par le piétinement des animaux qui paissent (figure 111). Des racines brisées ou dépourvues de leur écorce offrent un terrain propice aux infections causées par les agents pathogènes fongiques. Lorsque de grosses racines sont gravement endommagées, les branches de la cime situées au-dessus de la racine risquent aussi de mourir. La cime sera plus petite et, plus tard, la production de sève en sera diminuée.

Le déplacement fréquent du bétail dans une érablière peut entraîner le tassement (compactage) du sol (figure 111). Cela favorise le ruissellement et l'érosion du site puisque l'eau ne peut pas pénétrer le sol tassé. Le tassement peut aussi endommager les radicelles et entraver l'absorption de l'humidité et des éléments nutritifs.

Figure 112 – Le dépérissement des érables à sucre se manifeste en forêt (à gauche), dans les érablières (au centre) et le long des grandes routes (à droite).

MORT EN CIME ET DÉPÉRISSEMENT : ENSEMBLE DE MALADIES DUES AU STRESS

L'érable à sucre souffre d'un ensemble de maladies dues à des stress qu'on appelle la mort en cime (présence de rameaux ou de branches mortes, généralement dans le haut de la cime) et le dépérissement (diminution de vigueur généralisée) (figure 112). Ces maladies se développent lorsque les arbres, affaiblis ou perturbés par des facteurs environnementaux défavorables, sont infestés et quelquefois même tués par des organismes secondaires. Les stress primaires vont des facteurs abiotiques (comme un excès de froid ou un manque de chaleur et d'humidité) aux facteurs biotiques (comme une défoliation par les insectes ou les champignons). Les organismes qui infectent les érables à sucre à la suite d'un stress et les font mourir sont des champignons lignicoles communs qui hâtent habituellement la mort des arbres affaiblis ou dominés, et favorisent ainsi le cyclage des éléments nutritifs.

Les arbres en bordure des routes sont souvent une preuve visible de l'accumulation des effets défavorables du sel de déglaçage utilisé en hiver (figure 113). En plus des dégâts directs qu'il cause, le sel est aussi reconnu pour intensifier les effets de la sécheresse sur l'érable à sucre. Dans la plupart des cas, toutefois, les stress qui déclenchent le dépérissement de l'érable sont ceux qui nuisent le plus à la fabrication (photosynthèse) et à l'emmagasinage des sucres (par exemple, la défoliation par des insectes, les champignons et le gel), et à l'absorption et au transport des éléments nutritifs et de l'humidité du sol (par exemple, la sécheresse, l'inondation et le gel des racines). Lorsque cela se produit, que ces situations soient concurrentes ou consécutives, les effets peuvent être désastreux.

Une défoliation par les insectes suivie d'une attaque par le pourridié armillaire a toujours été le plus important scénario de facteurs provoquant le dépérissement de l'érable, dans les érablières et en forêt (figures 96, 97 et 98). Des infestations par différents insectes, particulièrement par la livrée des forêts et l'hétérocampe de l'érable, ont précédé un dépérissement important. Dans certains peuplements, lorsque la défoliation s'est produite durant des années de sécheresse, la mortalité des arbres a atteint 100 pour cent.

Les dépôts atmosphériques, et tout particulièrement les pluies acides, ont suscité beaucoup d'attention en tant que facteur de stress pouvant entraîner le dépérissement de l'érable. Dans certaines forêts, une baisse de croissance et quelquefois la mort en cime, le dépérissement ou même la mort des arbres seraient associés à l'augmentation des dépôts. De nombreux chercheurs croient que les substances acides, et peut-être l'ozone et les métaux lourds, peuvent modifier éventuellement le cycle des éléments nutritifs. Mais peu de gens s'entendent sur la nature de ces changements si ce n'est qu'ils seront subtils, complexes et variables. Étant donné que les corrélations ne constituent pas une preuve de causalité, de nombreuses recherches sont

Figure 113 – Le long des routes, les arbres subissent des stress de la sécheresse, du revêtement routier et surtout du sel de déglaçage.

actuellement en cours afin de déterminer le rôle, le cas échéant, des dépôts atmosphériques dans le dépérissement de l'érable. Les chercheurs rencontrent une grande difficulté soit celle de définir la manière de dissocier les effets des dépôts atmosphériques de ceux provoqués par la multitude d'autres perturbations naturelles et anthropiques (causées par l'homme) présentes dans les érablières.

Les érables qui souffrent de mort en cime et de dépérissement présentent une variété de symptômes qui incluent généralement la détérioration progressive de la cime (figure 114). Celle-ci se manifeste d'abord par la mort des bourgeons et le dessèchement des rameaux, commençant au bord de la cime et progressant vers l'intérieur et le bas de celle-ci (figure 115). Les feuilles des arbres qui dépérissent sont souvent petites, éparses et de couleur atypique (figure 116). Fréquemment, le feuillage produit les années subséquentes peut provenir de rejets ou apparaître en

Figure 114 – Vue aérienne d'érables poussant autour d'une cabane à sucre et dont la cime présente les symptômes du dépérissement de l'érable, ceux-ci variant d'une coloration automnale prématurée au dessèchement de la cime et à la mort de l'arbre.

Figure 115 – La mort en cime de l'érable à sucre commence à la partie supérieure de la cime et à l'extrémité des branches.

Figure 116 – Les premiers symptômes du dépérissement de l'érable se manifestent, entre autres, par un feuillage formé de petites feuilles clairsemées et de couleur atypique.

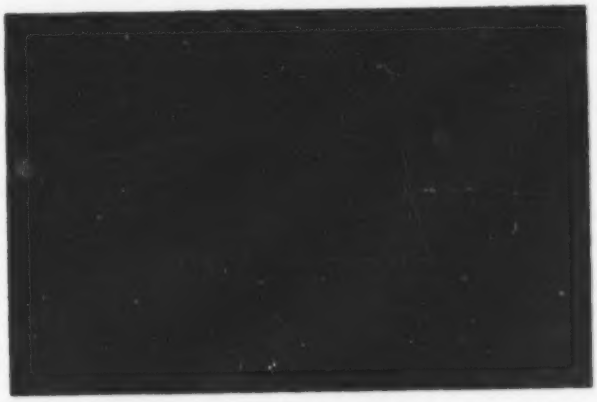


Figure 117 – Le feuillage en bouquet ou en touffe apparaît au moment où la feuillaison s'effectue sur des nouveaux tissus, générés par la présence de stress, comme une défoliation subie l'année précédente.

bouquet ou en grosses touffes (figure 117). Les feuilles peuvent prendre une coloration automnale et tomber prématurément (figure 118). La croissance terminale et radiale ralentit, quelquefois même avant que des symptômes externes n'apparaissent.

Des changements surviennent aussi à l'intérieur des arbres défoliés. Une défoliation d'environ 60 pour cent ou plus provoque souvent une nouvelle feuillaison et entraîne la transformation des réserves d'amidon des racines en sucres simples servant à la fabrication de nouvelles feuilles et de nouveaux bourgeons. Une grande quantité d'énergie est utilisée dans ces processus. Ces déplacements d'énergie semblent aussi favoriser l'invasion des racines et des collets de racines par le champignon du pourridié-agaric, l'armillaire. Les sucres simples sont des sources d'énergie exceptionnelles pour l'armillaire et leur abondance encourage le champignon à croître rapidement entre l'écorce et l'aubier et éventuellement, à anneler les racines et la base de la tige. Les changements majeurs survenant dans l'équilibre

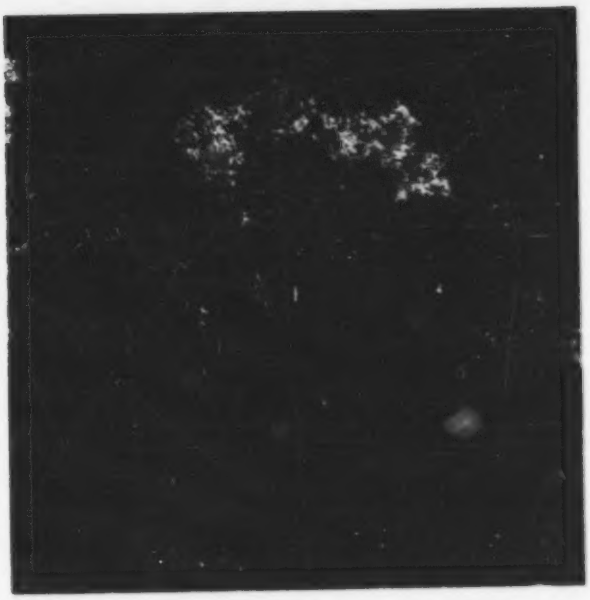


Figure 118 – Une coloration automnale prématurée est l'indice d'un stress.

énergétique de l'arbre, provoqués par la défoliation, peuvent aussi diminuer la qualité et la quantité de sucre disponible pour faire le sirop.

Des études sur le dépérissement des érables déclenché par des insectes défoliateurs ont révélé que les dégâts ont été plus importants dans les peuplements purs et passablement ouverts d'érables à sucre (caractéristiques communes des érablières). Étant donné que les défoliateurs qui préfèrent le soleil sont favorisés par ce type de peuplement, une lutte directe contre ces insectes est davantage justifiée lorsque les populations atteignent des niveaux qui peuvent provoquer une grave défoliation des arbres de l'érablière. Lorsqu'on effectue des coupes de gros arbres, on multiplie le nombre de grosses souches qui constituent une excellente source d'énergie pour l'armillaire. On crée alors une situation qui met en péril les arbres en place s'ils devaient subir un stress. Les probabilités de dommages dûs à l'armillaire seront moindres dans les érablières où les coupes d'éclaircies, destinées à atteindre la densité optimale finale, sont effectuées lorsque les arbres sont jeunes. Les petites souches laissées lors des éclaircies se détérioreront alors rapidement et deviendront vite des sources inappropriées d'énergie pour ce champignon.

CONCLUSION

L'objectif de la gestion acéricole est de produire une grande quantité de sève de qualité supérieure sur une période de temps continue. On y parvient en fournissant aux arbres les meilleures conditions possibles de croissance et en les protégeant contre le plus grand nombre possible de stress.

La lutte intégrée contre les ravageurs, ou la méthode intégrée de résolution des problèmes, est une approche valable à la «gestion de la santé» globale de l'érablière. *Dans une approche véritablement intégrée, chaque activité envisagée est soigneusement soupesée afin d'en évaluer les conséquences à court et à long terme.*

Une bonne «gestion de la santé» exige l'identification rapide des ravageurs, la compréhension des dommages que ceux-ci peuvent causer et une connaissance de la manière et du moment opportuns d'agir. En outre, plusieurs problèmes d'acériculture découlent directement ou indirectement des activités humaines. Toutes les perturbations, y compris celles résultant de l'aménagement forestier, ont des conséquences significatives. Les perturbations ont une incidence favorable ou défavorable sur les arbres et les autres organismes forestiers.

À mesure que s'amplifie la gestion, les problèmes de lutte contre les ravageurs s'accroissent. Voici quelques «règles» ou «lignes directrices» générales:

1. *Acquérir le plus grand nombre possible de connaissances sur sa propre érablière et la considérer comme une communauté biologique*;

2. *Organiser les activités de façon à s'assurer d'un peuplement final composé d'arbres dont le nombre, la distribution, la croissance et la qualité seront appropriés;*

3. *Comprendre les conséquences inhérentes à la création d'un peuplement pur d'érables à sucre;*.

4. *Éviter de blesser les racines et les tiges des arbres et de tasser le sol*;

5. *Laisser aux arbres le temps de récupérer après des événements provoquant des stress*;

6. *Veiller à ce que l'entaillage soit effectué de manière convenable. Se conformer soigneusement aux directives visant le nombre d'entailles à pratiquer suivant le diamètre des arbres et la position des entailles*;

7. *Ne pas utiliser la paraformaldéhyde*;

8. *Enlever rapidement tous les chalumeaux une fois que la sève a cessé de couler*;

9. *Surveiller la présence d'insectes et de maladies*;

10. *S'enquérir des noms des spécialistes de la région et communiquer avec eux avant que les problèmes ne deviennent insolubles*.

REMERCIEMENTS

Nous remercions sincèrement les personnes dont le nom apparaît ci-dessous, qui ont révisé consciencieusement ce manuscrit: Arch Jones, Collège Macdonald, Université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec); Fred Laing, University of Vermont, Burlington (Vermont); Ralph Nyland, State University College of Environmental Science and Forestry, Syracuse (New York); Peter Rennie, Forêts Canada, Ottawa (Ontario); Marcien Roberge, Forêts Canada, Région du Québec, Sainte-Foy (Québec); Lew Staats, Cornell University, Lake Placid (New York); et Brent Teillon, Vermont Department of Forests, Parks and Recreation, Waterbury (Vermont). Nous désirons également remercier tous les gens, de l'intérieur ou de l'extérieur de nos institutions respectives, qui ont généreusement fourni des illustrations. Nous avons indiqué dans les légendes accompagnant les illustrations, la provenance des photos fournies par des organismes externes.

Les auteurs souhaitent souligner l'appui que leur ont accordé le Projet canado-américain d'étude du dépérissement de l'érable (NAMP), et notamment l'équipe de gestion conjointe, M. Max McFadden (*Forest Service, U.S. Department of Agriculture*) et M. Les Carlson (Forêts Canada).

Les auteurs souhaitent également souligner l'apport de feu M. Peter Rennie (Forêts Canada), qui, à titre de co-président canadien, a assuré la co-direction de l'équipe de gestion conjointe au début.

Aux États-Unis, les activités de recherche du NAMP sont financées en partie par la *Northeastern Forest Experiment Station*, l'*Eastern Hardwoods Research Cooperative*, à l'intérieur du « programme d'intervention forestière », programme conjoint du *Forest Service* du *U.S. Department of Agriculture* et de l'*Environmental Protection Agency*. Le « programme d'intervention forestière » fait partie du *National Acid Precipitation Assessment Program*. Ce rapport n'a été soumis à aucune révision de la part de l'EPA et du *Forest Service* et il ne faut nullement y voir l'expression de politiques de l'un ou de l'autre organisme.

Au Canada, la recherche dans le cadre du programme NAMP est financée à l'aide de crédits fournis par Forêts Canada et par les provinces participantes.

OUVRAGES DE RÉFÉRENCE CHOISIS

GÉNÉRALITÉS

Coons, C. F. 1987. Sugar bush management for maple syrup producers. (Revised). Ont. Min. Nat. Resour., For. Res. Branch, Toronto (Ont.). 48 p.

Morselli, M. F.; Whalen, M. L. 1987. Maple research publications list. Vermont Agric. Exp. Stn. and Coop. Ext. Serv., Burlington (Vt). Publ. Q-227.

University of Wisconsin-Extension. 1986. Integrated pest management symposium for northern forests: the proceedings, 24-27 March 1986. Madison, WI. Univ. Wisconsin, Coop. Ext. Serv., Madison (WI). 333 p.

U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 1982. Sugar maple research: sap production, processing, and marketing of maple syrup. U.S. Dep. Agric., For. Serv., Northeastern For. Exp. Stn., Broomall (PA). Gen. Tech. Rep. NE-72. 109 p.

PERTURBATIONS ABIOTIQUES

Erdmann, G. G.; Metzger, F. T.; Oberg, R. R. 1979. Macronutrient deficiency symptoms in seedlings of four northern hardwoods. U.S. Dep. Agric., For. Serv., North Central For. Exp. Stn., St-Paul (MN). Gen. Tech. Rep. NC-53. 36 p.

Skelly, J. M. (et al.), éds. 1987. Diagnosing injury to eastern forest trees. U.S. Dep. Agric., For. Serv., Atlanta (GA) et Pennsylvania State Univ., College of Agric., University Park (PA). 122 p.

PERTURBATIONS BIOTIQUES

Allen, D. C. 1987. Insects, declines and general health of northern hardwoods: issues relevant to good forest management. Pages 252-285 *in*: Nyland, Ralph D., éd. Managing northern hardwoods: a silvicultural symposium, 23-25 June 1986. Syracuse, NY, Fac. of For. Misc. Publ. No. 13 (ESF 87-002): SAF Publ. No. 87-03. State College of New York, Syracuse (NY).

Benoit, P.; Lachance, D. 1982. Insectes, maladies, vertébrés nuisibles. Érablière Agdex. 300/600. Conseil des productions végétales du Québec. Min. Agric., Pêcheries et Alimentation Québec (Qc). 13 p.

Hepting, G. H. 1971. Diseases of forest and shade trees of the United States. Agric. Handb. 386. U.S. Dep. Agric., Washington (DC). 658 p.

Houston, D. R. 1985. Sapstreak of sugar maple: how serious is it? Maple Syrup Digest 25: 24-27.

Houston, D. R. 1986. Insects and diseases of northern hardwood ecosystems. Pages 109-138 *in*: Proceedings of the conference on the northern hardwood resource: management and potential, 19-20 August 1986. Houghton MI. Mich. Technol. Univ., Houghton (MI).

Johnson, W.T.; Lyon, H.H. 1988. Insects that feed on trees and shrubs. 2e éd. Cornell University Press, Ithaca (NY).

Martineau, R. 1984. Insects harmful to forest trees. Multiscience Publishers Ltd. and Can. For. Serv., Ottawa (Ont.). For. Tech. Rep. 32. 261 p.

Martineau, R. 1985. Insectes nuisibles des forêts de l'Est du Canada. Éditions Marcel Broquet Inc. et Serv. can. for., Ottawa (Ont.). Rapp. tech. for. 32F. 283 p.

Shigo, A. L. 1977. Compartmentalization of decay on trees. U.S. Dep. Agric., For. Serv., Washington (DC). Agric. Inf. Bull. No. 405. 73 p.

Shigo, A. L. 1979. Tree decay: an expanded concept. U.S. Dep. Agric., For. Serv., Washington (DC). Agric. Inf. Bull. No. 419. 73 p.

Sinclair, W.A.; Lyon, H.H.; Johnson, W.T. 1987. Diseases of trees and shrubs. Comstock Publishers Association, Ithaca (NY). 574.

U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 1985. Insects of eastern forests. U.S. Dep. Agric., For. Serv., Washington (DC). Misc. Publ. No. 1426. 608 p.

MORT EN CIME ET DÉPÉRISSEMENT

Giese, R. L.; Houston, D. R.; Benjamin, D. M.; Kuntz, J.E.; Kapler, J.E.; Skilling, D.D. 1964. Studies of maple blight. Univ. of Wisconsin, Madison (WI). Res. Bull. 250. 128 p.

Houston, D. R. 1981. Stress-triggered tree diseases: the diebacks and declines. NE-INF-41-81. U.S. Dep. Agric., For. Serv., Northeastern For. Exp. Stn., Broomall (PA). 36 p.

Houston, D. R. 1986. Recognizing and managing diebacks/declines. Pages 153-166 *in*: Integrated pest management symposium for northern forests: the proceedings, 24-27 March 1986. Madison (WI). Univ. of Wisconsin, Coop. Ext. Serv., Madison (WI).

Wargo, P. M. 1975. Estimating starch content in roots of deciduous trees: a visual technique. U.S. Dep. of Agric., For. Serv., Northeastern For. Exp. Stn., Upper Darby (PA). Res. Pap. NE-313. 9 p.

Wargo, P. M. 1978. Judging vigor of deciduous hardwoods. U.S. Dep. of Agric., For. Serv., Washington (DC). Agric. Inf. Bull. 418. 15 p.

Wargo, P. M.; Houston, D. R. 1974. Infection of defoliated sugar maple trees by *Armillaria mellea*. Phytopathology 64: 817-822.

ENTAILLAGE

Jones, C. H. 1967. The maple rule of eighty-six (Dec. 1946). Nat. Maple Syrup Digest. 6: 18-19.

Marvin, J. W.; Morselli, M. F.; Laing, F. M. 1967. A correlation between sugar concentration and volume yields on sugar maple: an 18-year study. For. Sci. 13: 346-351.

Shigo, A. L.; Laing, F. M. 1970. Some effects of paraformaldehyde on wood surrounding tapholes in sugar maple trees. U.S. Dep. of Agric., For. Serv., Northeastern For. Exp. Stn., Upper Darby (PA). Res. Pap. NE-161. 11 p.

Walters, R. S.; Shigo, A. L. 1978. Discoloration and decay associated with paraformaldehyde-treated tapholes in sugar maple. Can. J. For. Res. 8: 54-60.

Walters, R. S.; Shigo, A. L. 1978. Tapholes in sugar maples: what happens in the tree. U.S. Dep. of Agric., For. Serv., Northeastern For. Exp. Stn., Upper Darby (PA). Gen. Techn. Rep. NE-47. 12 p.

Wargo, P. M. 1977. Wound closure in sugar maples: Adverse effects of defoliation. Can. J. For. Res. 7: 410-414.

STRUCTURE ET AMÉNAGEMENT DE L'ÉRABLIÈRE

Lancaster, K. F., Walters, R. S.; Laing, F. M.; Foulds, R. T. 1974. A silvicultural guide for developing a sugarbush. U.S. Dep. of Agric., For. Serv., Northeastern For. Exp. Stn., Upper Darby (PA). Res. Pap. NE-286. 11 p.

Ministère des Ressources naturelles, Nouveau-Brunswick. 1984. Guide pour l'éclaircie des érablières 1985. Service de consultation forestière. Frédéricton (N.-B.). 15 p.

Morrow, R. E. 1976. Sugar bush management. New York State College of Agric. and Life Sci., Cornell Univ., Ithaca (NY). Inf. Bull. 110. 19 p.

New Brunswick Ministry of Natural Resources & Energy. 1988. A guide to sugar bush thinning 1988. Fredericton (N. B.) 15 p.

Robitaille, L.; Roberge, M.; Bélanger, M. 1977. Sélection et éclaircie des érables. Érablière Agdex 300/25. Conseil des productions végétales du Québec. Min. Agric., Pêcheries et Alimentation Québec. 13 p.

Vézina, P. E.; Roberge, M. R. 1981. Comment aménager nos forêts. Presses de l'Université Laval, Québec (Qc) 273 p.

ANNEXE

TEST DE LA CONCENTRATION EN SUCRE DE LA SÈVE

Les tests d'évaluation de la concentration en sucre de la sève représentent la deuxième étape de la sélection des arbres d'un peuplement final. Au cours de la première étape, il faut choisir les érables dominants et codominants qui ont une bonne tige et une belle forme de cime et qui sont sans défauts. Le meilleur moment pour faire ce choix est durant l'été lorsque les arbres ont des feuilles. Il faut ensuite indiquer d'un repère les arbres du peuplement final à l'aide de peinture ou de rubans de vinyle. On peut se servir de chiffres peints pour faciliter la tenue de dossiers sur la concentration en sucre de chaque arbre.

Le pourcentage de sucre dans la sève d'érable varie sensiblement au cours de la journée, d'un jour à l'autre et au cours de la saison d'entaillage. Donc, l'évaluation du pourcentage de sucre d'un arbre par rapport à d'autres arbres ou d'un groupe d'arbres par rapport à d'autres groupes d'arbres doit se faire sur de courts intervalles, par exemple, par périodes de deux heures. Se rappeler que les relevés effectués à un moment donné demeurent toujours des valeurs relatives. Un relevé de la sève d'un arbre peut indiquer 5 pour cent lorsque fait en matinée et 2,5 pour cent, au cours de l'après-midi. Malgré cela, les arbres dont la sève est la plus sucrée par rapport aux autres arbres du groupe se retrouveront toujours au premier rang.

Le réfractomètre à sucre (figure 3) est le moyen le plus facile pour effectuer ce test de la teneur en sucre de la sève. La méthode est rapide et l'appareil est relativement simple à utiliser; il suffit souvent de prélever une seule goutte de sève par lecture. On peut facilement calibrer le réfractomètre en fonction de la température ambiante. Après chaque lecture, on doit nettoyer l'appareil avec de l'eau distillée et l'assécher à l'aide d'un chiffon propre.

On prélève la sève d'un arbre en perçant un trou à travers l'écorce et jusque dans l'aubier à l'aide d'un poinçon ou d'un petit clou. Garder la blessure petite. Puis on introduit avec force une aiguille hypodermique ou un cure-dents. Peu de temps après, des gouttelettes apparaissent à l'extrémité de l'aiguille ou du cure-dents incliné. Laisser dix à vingt gouttes tomber avant d'en recueillir une sur le réfractomètre et d'en faire la lecture. Cette manière de procéder aide à obtenir des résultats plus uniformes d'un arbre à l'autre. Les tests sont plus faciles à faire durant les journées où le débit de sève est abondant. Il ne faut pas procéder à des tests lorsqu'il pleut ou qu'il vente. Il est sans doute plus facile d'effectuer ce travail à l'aide d'une aiguille hypodermique, mais il faut alors laver celle-ci après chaque lecture. Quant aux cure-dents, on les jette tout simplement après usage.

INSECTES, MALADIES ET AGENTS PATHOGÈNES CITÉS

INSECTES

Défoliateurs de début de saison

Alsophila pometaria [arpenteuse d'automne]
Arpenteuse de Bruce [*Operophtera bruceata*]
Arpenteuse d'automne [*Alsophila pometaria*]
Livrée des forêts [*Malacosoma disstria*]
Malacosoma disstria [livrée des forêts]
Operophtera bruceata [arpenteuse de Bruce]

Défoliateurs tardifs

Anisote de l'érable [*Dryocampa rubicunda*]
Chenille à bosse orangée [*Symmerista leucitys*]
Chenille à houppes grises [*Orgyia leucostigma*]
Coupe-feuille de l'érable [*Paraclemensia acerifoliella*]
Dryocampa rubicunda [anisote de l'érable]
Heterocampa biundata [hétérocampe verdâtre]
Heterocampa guttivitta [hétérocampe de l'érable]
Hétérocampe de l'érable [*Heterocampa guttivitta*]
Hétérocampe verdâtre [*Heterocampa biundata*]
Orgyia leucostigma [chenille à houppes grises]
Paraclemensia acerifoliella [coupe-feuille de l'érable]
Symmerista leucitys [chenille à bosse orangée]

Autres défoliateurs

Acleris chalybeana [petite enrouleuse de l'érable]
Arpenteuse du tilleul [*Erannis tiliaria*]
Cameraria aceriella [mineuse de l'érable]
Caulocampus acericaulis [tenthrède du pétiole de l'érable]
Enrouleuse de l'érable [*Sparganothis acerivorana*]
Epinotia aceriella [squeletteuse trompette de l'érable]
Erannis tiliaria [arpenteuse du tilleul]
Lymantria dispar [spongieuse]
Mineuse de l'érable [*Cameraria aceriella*]
Petite enrouleuse de l'érable [*Acleris chalybeana*]
Pyrale tisseuse de l'érable [*Tetralopha asperatella*]
Sparganothis acerivorana [enrouleuse de l'érable]
Spongieuse [*Lymantria dispar*]
Squeletteuse trompette de l'érable [*Epinotia aceriella*]
Tenthrède du pétiole de l'érable [*Caulocampus acericaulis*]
Tetralopha asperatella [pyrale tisseuse de l'érable]

Autres insectes nuisibles

Pucerons
Taeniothrips inconsequens [thrips du poirier]
Thrips du poirier [*Taeniothrips inconsequens*]

Perceurs du bois

Corthyle de l'érable [*Corthylus punctatissimus*]
Corthylus punctatissimus [corthyle de l'érable]
Glycobius speciosus [perceur de l'érable]
Perceur de l'érable [*Glycobius speciosus*]
Scolyte des bois durs [*Xyloterinus politus*]
Tremex [*Tremex columba*]
Tremex columba [tremex]
Xyloterinus politus [scolyte des bois durs]

Insectes visibles de faible importance

Aceria regulus [phytopte veloutant de l'érable]
Acericecis ocellaris [cécidomyie ocelligène]
Cécidomyie goutteuse de l'érable [*Dasineura communis*]
Cécidomyie ocelligène [*Acericecis ocellaris*]
Charançon [*Sciaphilus asperatus*]
Charançon radicicole européen [*Phyllobius oblongus*]
Cochenille floconneuse de l'érable [*Pulvinaria innumerabilis*]
Dasineura communis [cécidomyie goutteuse de l'érable]
Lécanie [*Parthenolecanium* sp.]
Parthenolecanium sp. [lécanie]
Phyllobius oblongus [charançon radicicole européen]
Phytopte fusiforme de l'érable [*Vasates aceris-crumena*]
Phytopte veloutant de l'érable [*Aceria quadripedes*]
Phytopte vésiculaire de l'érable [*Vasates quadripedes*]
Pulvinaria innumerabilis [cochenille floconneuse de l'érable]
Sciaphilus asperatus [charançon]
Vasates aceris-crumena [phytopte fusiforme de l'érable]
Vasates quadripedes [phytopte vésiculaire de l'érable]

MALADIES

Maladies foliaires

Anthracnose [*Aureobasidium apocryptum* = *Kabatiella apocrypta*]
Aureobasidium apocryptum = *Kabatiella apocrypta* [anthracnose]
Phloeospora aceris [tache de feuilles]
Phyllosticta minima [tache de feuilles]
Rhytisma acerinum [tache goudronneuse]
Rhytisma punctatum [tache goudronneuse ponctuée]
Tache de feuilles [*Phloeospora aceris*]
Tache de feuilles [*Phyllosticta minima*]
Tache goudronneuse [*Rhytisma acerinum*]
Tache goudronneuse ponctuée [*Rhytisma punctatum*]

Chancres

Chancre eutypelléen [*Eutypella parasitica*]
Chancre de l'érable [*Fusarium solani*]
Chancre nectrien, chancre en cible [*Nectria galligena*]
Dépérissement nectrien [*Nectria cinnabarina*]
Eutypella parasitica [chancre eutypelléen]
Fusarium solani [chancre de l'érable]
Nectria cinnabarina [dépérissement nectrien]
Nectria galligena [chancre nectrien, chancre en cible]
Stegonsporium ovatum [dépérissement et chancre stégonsporien]

Caries

Armillaria sp. [pourridié-agaric]
Carie blanche madrée [*Fomes fomentarius*]
Carie blanche madrée [*Ganoderma applanatum* = *Fomes applanatus*]
Carie blanche spongieuse [*Climacodon septentrionalis* = *Steccherinum septentrionale*]
Carie blanche spongieuse [*Inonotus glomeratus* = *Polyporous glomeratus*]
Carie blanche spongieuse [*Oxyporus populinus* = *Fomes connatus*]
Carie brune cubique [*Laetiporus sulphureus* = *Polyporus sulphureus*]
Champignon des artistes [*Ganoderma applanatum* = *Fomes applanatus*]
Climacodon septentrionalis = *Steccherinum septentrionale* [carie blanche spongieuse]
Doigts noirs [*Xylaria polymorpha*]
Fomes fomentarius [carie blanche madrée]
Ganoderma applanatum = *Fomes applanatus* [champignon des artistes, carie blanche madrée]
Hypoxylon deustum = *Ustilina vulgaris* [pourridié hypoxylonien]
Inonotus glomeratus = *Polyporous glomeratus* Peck [carie blanche spongieuse]
Laetiporus sulphureus = *Polyporus sulphureus* [carie brune cubique]
Oxyporus populinus = *Fomes connatus* [carie blanche spongieuse]
Pourridié-agaric [*Armillaria* sp.]
Pourridié hypoxylonien [*Hypoxylon deustum* = *Ustilina vulgaris*]
Pourridié xylarien [*Xylaria polymorpha*]
Xylaria polymorpha [pourridié xylarien, doigts noirs]

Flétrissure vasculaire

Ceratocystis coerulescens [maladie de la coloration de l'aubier]
Flétrissure verticillienne [*Verticillium albo-atrum*]
Maladie de la coloration de l'aubier [*Ceratocystis coerulescens*]
Verticillium albo-atrum [flétrissure verticillienne]